



Luonnonvara- ja
biotalouden
tutkimus 57/2019

Fladojen, kluuvien ja kluuvijärvien kalataloudelliset kunnostukset Merenkurkun rannikolla

Mallilajeina ahven ja hauki

Mikko Hynninen, Lari Veneranta ja Antti Lappalainen

Fladojen, kluuvien ja kluuvijärvien kalataloudelliset kunnostukset Merenkurkun rannikolla

Mallilajeina ahven ja hauki

Mikko Hynninen, Lari Veneranta ja Antti Lappalainen



EUROPEISKA UNIONEN

Interreg
Botnia-Atlantica

Europeiska regionala utvecklingsfonden



Österbottens förbund
Pohjanmaan liitto



EUROOPAN MERI- JA KALATALOUSRAHASTO
SUOMEN TOIMINTAOHJELMA
2014-2020

Viittausohje:

Hynninen, M., Veneranta, L. & Lappalainen, A. 2019. Fladojen, kluuvien ja kluuvijärvien kalataloudelliset kunnostukset Merenkurkun rannikolla : Mallilajeina ahven ja hauki. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 57/2019. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 44 s.



ISBN 978-952-326-810-4 (Painettu)

ISBN 978-952-326-811-1 (Verkkajulkaisu)

ISSN 2342-7647 (Painettu)

ISSN 2342-7639 (Verkkajulkaisu)

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-811-1>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Mikko Hynninen, Lari Veneranta ja Antti Lappalainen

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2019

Julkaisuvuosi: 2019

Kannen kuva: Metsähallitus

Painopaikka ja julkaisumyynti: PunaMusta Oy, <http://luke.juvenesprint.fi>

Tiivistelmä

Mikko Hynninen¹, Lari Veneranta¹, Antti Lappalainen²

¹) Luonnonvarakeskus, Puuvillakuja 6, 65200 Vaasa

²) Luonnonvarakeskus, Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki

Merenlahdista ja salmista maankohoamisen myötä muodostuvat fladat, kluuvit ja kluuvijärvet ovat yksi tärkeimpiä kevätkutujen kalojen kutu- ja poikasalueita muodostavia elinympäristöjä Merenkurkun alueella. Niiden merkitys alueellisten ahven- ja haukikantojen kokoon on keskeinen ja ne tasanapainottavat poikastuotantoa Pohjanmaan rannikolla esiintyvien happamien jokivesien aiheuttamina huonoina lisääntymisvuosina. Tietoa fladojen-, kluuvien ja kluuvijärvien merkityksestä ahvenen- ja hauen poikastuotantoalueina on kertynyt merkittävästi lisää viime vuosien aikana.

Fladat, kluuvit ja kluuvijärvet ovat monien muiden rannikkoympäristöjen tapaan kokeneet voimakkaitakin muutoksia ihmistoiminnan seurauksena. Fladojen suuaukkojen sekä rantojen ruoppaukset vapaa-ajanasutuksen ja vesiliikenteen tarpeisiin pysäyttävät niiden luontaisen maankohoamisen aiheuttaman kehityskulun. Tällöin kaloille riittävän suojaisia ja lämpimiä kutualueita ei synny enää samaa tahtia kuin niitä häviää. Metsä- ja maatalous uhkaavat kluuvien ja kluuvijärvien vedenlaatua ja muuttavat niiden hydrologiaa. Itämeren yleinen rehevöitymiskehitys näkyy puolestaan esimerkiksi ahvenen ja hauen poikasialueiden saalistavan kolmipiikin kantojen voimistumisena.

Tietoa fladoihin ja niiden myöhempiin kehitystasoihin kohdistuvista kalataloudellisista kunnostustoimenpiteistä on saatavilla 1970-luvulta asti. Kunnostuksia on monesti leimannut puutteellinen suunnittelu ja teknisen toteutuksen heikkous. Kunnostuksiin liittyviä esiselvityksiä, toimenpiteitä tai jälkiseurantaa ei ole tehty lainkaan tai se on jätetty tyystin dokumentoimatta. Tästä syystä kunnostuksista ja niiden vaikuttavuudesta käytävissä oleva tieto on varsin puutteellista, mikä saattaa olla koko rannikkoalueen mittakaavassa osasyynä kunnostusten vähyydelle viime vuosikymmeninä. Tilanne on kuitenkin parantunut 2000-luvun puolella ja kiinnostus pienvesien kunnostuksiin on heräämässä uudestaan.

Kvarken flada -hankkeessa kartoitettiin Merenkurkun fladojen, kluuvien ja kluuvijärvien poikastuotannon nykytilannetta vuonna 2017 ja 2018. Tutkituista kohteista valittiin kuusi kohdetta, joissa toteutettujen toimenpiteiden vaikuttavuutta yritettiin arvioida niistä kerättyjen poikasaineistojen ja vedenlaatuomennettujen perusteella. Johtopäätöksenä voitiin todeta, että myös pienin toimenpitein kunnostetut kohteet voivat toimia hyvinä ahvenen ja hauen kutualueina. Kunnostuksilla voidaan saada lisää aikaa hyvänä kutualueena toimivalle kohteelle. Lämpimässä sisäsaaristossa kutukalojen kulkuyhteyden ylläpito ja palauttaminen voidaan toteuttaa ilman suurta riskiä kohteen lämpötilaolosuhteiden heikentymisestä, mutta kylmässä ja suojattomassa ulkosaaristossa sijaitsevilla kohteilla on toimenpiteiden mitoituksessa syytä noudattaa erityistä varovaisuutta.

Kunnostusten toteuttamisessa tulee huomioida kunkin kohteen kehitysvaiheen (flada-kluuvi-kluuvijärvi) erityispiirteet yhdessä kohteen yksilöllisten ominaisuuksien kanssa. Esiselvitys kohteen toiminnasta ahvenen ja hauen kutu- ja poikasalueena on keskeistä tavoitteiden asettamisen kannalta. Fladat ja niiden myöhemmät kehitysvaiheet ovat usein pieniä ja ylisuuriksi mitoitettujen toimenpiteiden tuottavat niissä herkästi epätoivottuja vaikutuksia. Toimenpiteiden suunnittelussa on myös syytä huomioida tarvittavat luvat ja mahdolliset rahoituslähteet sekä hankkia tueksi yhteistyökumppaneita. Tärkeä osa onnistuneesta kunnostushankkeesta on jälkiseuranta, jonka avulla kunnostuksen onnistuminen ja mahdollisten lisätoimenpiteiden tarve arvioidaan.

Asiasanat: Flada, kluuvi, kluuvijärvi, kunnostus, ahven, hauki, rannikko, kalat, lisääntymisalueet, kutualueet

Sisällys

1. Johdanto	5
2. Ahvenen ja hauen lisääntymiseen vaikuttavat useat kohteen ominaisuudet	8
2.1. Vaellusyhteys	8
2.2. Lämpötilaolosuhteet	10
2.3. Vedenlaatu	12
2.3.1. pH ja happamat sulfaattimaat	12
2.3.2. Suolapitoisuus	13
2.3.3. Sameus	13
2.4. Kutualustat ja poikasaluet	14
3. Flada-, kluuvi- ja kluuvijärvikunnostusten pitkä historia Merenkurkun alueella	16
4. Esimerkkejä luonnontilaisista- ja kunnostetuista fladoista ja kluuveista	21
4.1. Käringsund – luonnontilainen kluuvi avomeren laidalla	21
4.2. Funkorsjön -kluuvi, jonka uoma kunnostettiin ja valuma-alue kasvatettiin	24
4.3. Verkvikfladan -kluuvi, jossa tierumpu ei häiritse kalojen kulkua	25
4.4. Papposfladan – suuaikon ruoppaus voi toimia lämpimässä sisäsaaristossa	27
4.5. Stockö Störviken – ulkosaariston kluuvi, joka ruopattiin fladaksi	29
4.6. Flatskärsgrännarna -flada, joka muutettiin keinotekoisesti kluuviksi	31
5. Kunnostusten toteuttamisesta	34
6. Kiitokset	40
Viitteet	41

1. Johdanto

Jääkauden jäljiltä kohoavan maaperän muodostamat fladat ovat rannikkomme ainutlaatuisimpia elinympäristöjä. Merenlahdista hiljalleen muodostuvat fladat eriytyvät asteittain niitä ympäröivästä merialueesta kluuveiksi ja kluuvijärviksi. Osa mataloituu ja kasvaa umpeen, mutta jotkin kehittyvät lopulta rannikonläheisiksi, makeavetisiksi järviksi. Eniten fladoja, kluuveja ja kluuvijärviä on Merenkurkun alueella, jossa maankuori kohoaa edelleen keskimäärin 8 mm vuodessa (Rosentau ym. 2012). Pelkästään Kristiinankaupungin ja Kokkolan välisellä alueella on arvioitu olevan yhteensä lähes 2 000 mataliksi merenlahdiksi, fladoiksi tai kluuveiksi luokiteltavaa muodostumaa (Kuningas ym. 2019).

Fladojen ja niiden myöhempien kehitysvaiheiden on pitkään tiedetty olevan keskeisiä lisääntymisalueita ahvenelle, hauelle ja särjelle, sekä useille muille kevätkutuisille lajeille (Karås ja Hudd 1993; Wistbacka ja Snickars 2000). Viime vuosina tälle tiedolle on saatu vahvistusta mm. VELMU- ja Kvarcken Flada -hankkeissa. Poikastiheyksien fladoissa on havaittu olevan parhaimmillaan moninkertaisia verrattuna runsaimmin poikasia tuottaviin jokisuistoihin (Kuningas ym. 2019).

Suojaisissa rannikon pienvesissä, fladoissa, kluuveissa ja kluuvijärvissä vesi lämpenee keväällä ympäröivää merialuetta huomattavasti nopeammin. Se mahdollistaa lämmintä vettä suosivien kevätkutuisien kalojen, kuten ahvenen ja hauen lisääntymisen. Kaloille ja erityisesti niiden poikasille suotuisia tekijöitä ovat myös runsas vesikasvillisuus ja eläinplanktonin nopea kehittyminen (Hynninen 2019; Sandström ym. 1997; Snickars ym. 2009; Scheinin ja Mattila 2010). Suomen länsirannikolla on monin paikoin laajoja happamia sulfaattimaa-alueita. Näiden vaikutusalueilla fladoilla ja kluuveilla saattaa olla keskeinen merkitys happamuudesta aiheutuvien huonojen kalojen lisääntymisvuosien tasaajina (Urho ym. 1990; Hudd ym. 1996; Sutela ym. 2012).

Petokalakantojen on viime vuosikymmenien aikana havaittu taantuneen voimakkaasti useissa osissa Itämeren. Syyksi tähän on epäilty mm. rehevöitymisen seurauksena tapahtuneita muutoksia Itämeren ekosysteemeissä. Erityisesti avoimilla merialueilla ahvenkantojen pienenemisen on tutkittu johtuvan poikastuotantoon liittyvistä ongelmista (Ljunggren ym. 2010; Bergström ym. 2015; Byström ym. 2015). Lisääntymisalueita uhkaa myös rannikkorakentaminen ja esimerkiksi Tukholman saaristossa valtaosa ahvenen, hauen ja särjen kutualueista ovat jonkinasteisesti rannikkorakentamisen vaikutuksen alaisia (Sundblad ja Bergström 2014). Fladat, kluuvit ja kluuvijärvet eivät ole tästä poikkeuksia, sillä myös niihin kohdistuu useita ihmistoiminnan aiheuttamia uhkia (Kärnä 2011; HELCOM 2013).

Ihmistoiminnan fladoille ja niiden myöhemmille kehitystasteille aiheuttamia uhkia ovat mm. vapaa-ajan asutuksen tarpeisiin tehdyt suuaukkojen ja rantojen ruoppaukset, valuma-alueella tehdyt hakkuut, metsäojitukset sekä maatalouden ravinnehuuhtoumat. Lisäksi monissa kluuveissa ja kluuvijärvissä vedenpintaa on laskettu peltomaan saamiseksi ja uomia perattu mm. tulvien ehkäisemiseksi. Uomien perkaukset ja ojitukset ovat johtaneet usein pienvesistöjen pinta-alojen pienenemiseen ja kiihtyvään umpeenkasvuun (Wistbacka ja Snickars 2000). Luonnontilaiset, alle 10 ha fladat ovat olleet vuodesta 1997 vesilain nojalla suojattuja (27.5.2011/587 11 §). Useat fladat, kluuvit ja kluuvijärvet kaipaavat kuitenkin suojelun lisäksi myös kunnostamista jo aiemmin toteutettujen toimenpiteiden jäljiltä.

Fladojen luontaiseen kehitykseen kuuluu, että niiden ja meren välinen yhteys häviää vähitellen maankohoamisen vaikutusten seurauksena (Munsterhjelm 1997). Tällöin ne eivät voi enää toimia lisääntymisalueena kutemaan nousevien kalojen kulun ja poikasten alasvaelluksen estyessä. Ihmistoiminta, kuten suuaukkojen ruoppaukset, vaikuttavat monien nykyisten fladojen ja niiden esiasteiden luontaisiin kehitysprosesseihin. Tämän seurauksena uusia, riittävästi ympäröivästä merialueesta eriytyneitä kutualueita ei pääse muodostumaan. Siksi joissain tapauksissa onkin kalataloudellisesta

näkökulmasta perusteltua pidentää hyvin kutualueina toimivien kohteiden elinikää keinotekoisesti, mutta kuitenkin niiden luonnontilaa mahdollisimman hyvin vaalien.

Kalataloudellisia kunnostuksia fladoissa, kluuveissa ja kluuvijärvissä tiedetään tehdyn ainakin 1970-luvulta asti (Wistbacka ja Snickars 2000). Usein niitä ovat olleet toteuttamassa paikalliset osakaskunnat. Monia kunnostuksia on leimannut heikko suunnittelu ja teknisen toteutuksen epäonnistuminen (Wikström 2004). Esiselvityksiä kutukalaston tilasta ja siihen vaikuttavista seikoista on tehty harvoin, eikä jälkiseurantaa kunnostuksen vaikutuksista ole juurikaan toteutettu. 2000-luvulla tilanne on hie-
man parantunut ja joitakin esimerkkejä hyvin suunnitelluista ja toteutetuista kunnostuksista on ole-
massa. Etenkin Ruotsissa on viime vuosina toteutettu useita kevätkutuisten lajien kutualueiden ja
lisääntymistulosten parantamiseen tähtääviä hankkeita (Sveriges sportfiske- och fiskevårdsförbund
2017)

Tiedon tarve liittyen kunnostusten kokonaisvaltaiseen suunnitteluun, toteuttamiseen ja vaikutusten seurantaan on kuitenkin ilmeinen. Tämän raportin tavoitteena on esittää esimerkkien avulla tietoa siitä, minkälaisia kunnostuksia fladoissa, kluuveissa ja kluuvijärvissä voidaan toteuttaa, sekä mitä kunnostuskohteiden suunnittelussa ja toteutuksessa tulee ottaa huomioon. Raportissa tarkastellaan tehtyjä kunnostustoimenpiteitä ja niiden toimivuutta kirjallisuuden sekä Luonnonvarakeskuksen alu-
eelta viime aikoina keräämien aineistojen avulla. Mallilajeina toimivat ahvenen ja hauki, mutta esitel-
lyt kunnostustoimenpiteet voivat parantaa näiden lisäksi myös särkikalojen ja useiden muiden kevät-
kutuisten kalalajien lisääntymismenestystä.

Raportissa esitetyt Luonnonvarakeskuksen poikasaineistot ja muut mittaustulokset on pääosin kerätty Kvarken flada -hankkeessa (www.kvarkenflada.org), jota rahoittavat Interreg Botnia-Atlantica sekä Pohjanmaan liitto. Raportin kokoaminen sekä kirjoittaminen on tehty ”Rannikon lisääntymisaluekun-
nostukset” -hankkeessa, joka sisältyy Euroopan meri- ja kalatalousrahaston (EMKR) rahoittamaan
kalatalouden ympäristöohjelmaan.

Käsitteet

- **Maankohoaminen** on prosessi, jossa jääkaudenaikaisten jäämassojen alas painama maan-
kuori palautuu hiljalleen muotoonsa. Sekundäärinen maankohoaminen johtuu erilaisen ve-
den, jään ja muiden prosessien kuljettaman ja eliöperäisestä toiminnasta lähtöisin olevan ai-
neksen kasaantumisesta.
- **Fladan esiaste** muodostuu merenlahdesta tai salmesta, jonka suuaukolle muodostuu maan-
kohoamisen myötä matala, vedenvaihtuvuutta rajoittava, mutta vielä suhteellisen syvä kyn-
nys. Suuaukkoja on usein lukuisia.
- **Fladan** ja meren väliin on muodostunut noin 0,5–2 m syvä kynnys, joka rajoittaa veden vaih-
tuvuutta niiden kesken. Suuaukkoja on yleisimmin yksi tai kaksi kappaletta.
- **Kluuvifladassa** fladan suuaukkoon on muodostunut kasvillisuusvyöhyke, joka heikentää enti-
sestään veden vaihtuvuutta meren kanssa ja lisää kiintoaineen kasaantumista sen suuaukolle.
Kluuvifladat käsitellään tässä raportissa myöhemmin fladoina muiden fladojen kanssa.
- **Kluuvi** on fladasta tai kluuvifladasta maan edelleen kohotessa muodostunut allas, jota erottaa
merestä sen keskivedenpintaa korkeammalla sijaitseva kannas. Merivesi yltää enää ajoittain
kluuviin, mutta kluuvista voi virrata puro tai noro mereen.
- **Kluuvijärvi** on lähes täysin erkaantunut merestä ja sen kynnys sijaitsee meren keskiyliveden
pintaa korkeammalla. Merivesi voi yltää siihen enää hyvin poikkeuksellisissa tapauksissa.
Kluuvijärvestä voi virrata mereen puro tai noro.
- **Valuma-alue** tarkoittaa vesistön (tässä tapauksessa myös fladan, kluuvin, kluuvifladan tai
kluuvijärven) ympärillä olevaa maa-aluetta ja itse vesistön allasta, johon satanut vesi valuu
maanpinnan korkeuserojen mukaisesti.

- **Lämpösumma** saadaan seuraamalla mittauskohteen lämpötilaa päivittäin mittausajanjakson ajan ja laskemalla kunkin päivän mittauksista keskiarvo, sekä lopuksi summaamalla nämä keskiarvot yhteen.

2. Ahvenen ja hauen lisääntymiseen vaikuttavat useat kohteen ominaisuudet

Fladan, kluuvin tai kluuvijärven tilaa ja kunnostustarvetta arvioitaessa on otettava huomioon kohteen keskeiset kevätkutuisten kalojen poikastuotantoon vaikuttavat ominaisuudet. Tärkeimmät fladojen, kluuvien ja kluuvijärvien poikastuotantoon vaikuttavat tekijät voidaan luokitella kolmeen luokkaan: 1. vaellusyhteys, 2. lämpötilaolosuhteet, 3. vedenlaatu sekä 4. kutualustat ja poikasalueet. Näiden keskinäinen merkitys vaihtelee eri kehitysvaiheissa olevissa rannikon pienvesissä.

2.1. Vaellusyhteys

Kevätkutuisten kalojen, kuten ahvenen, hauen ja särjen kutuvaellusta on tutkittu huomattavasti vähemmän kuin esimerkiksi lohikalojen osalta. Ahven on varsin paikallinen kala ja pääsääntöisesti ahvenet syönnöstävät alle 10 km etäisyydellä kutualueesta (Böhling ja Lehtonen 1984; Luke julkaisemat 2017). Kuitenkin myös yli 150 km vaelluksia on dokumentoitu ja etäisyydet näyttävätkin riippuvan pitkälti tarkasteltavan merialueen rannikkovyöhykkeen tyypistä (Böhling & Lehtonen 1984; Saulamo & Neumann 2002). Laajoilla suojaisilla saaristoalueilla vaellukset ovat pidempiä kuin avoimella rannikkoalueella. Noin 7–15 cm pitkien ahventen tiedetään voivan nousta kaltevuudeltaan 4 % olevia 25 m:n pituisia kalaportaita, joissa alhaisin virtausnopeus on 0,31 m/s (Knaepkens ym. 2006). Maastohavaintojen mukaan ahven voi uida jopa 1,3 kilometrin mittaista uomaa kutualueelleen kluuvijärveen, mikäli uomassa on vettä ja levähdyspaikkoja, virtausnopeus on maltillinen eikä uomassa ole yli 15–20 cm korkeita vaellusesteitä. Kirjallisuudessa mainitaan, että kelta-ahvenen yhtäjaksoinen uintinopeus voi enimmillään lämpimässä 20–25 °C vedessä olla 0,54 m/s (Hergenrader & Hassler 1967).

Ruotsissa ja Virossa tehdyissä tutkimuksissa on havaittu, että rannikkoalueen hauista arviolta ainakin 45–82 % on kuoriutunut makeassa vedessä ja että suurin osa niistä vaeltaa jo ensimmäisen elinvuotensa aikana mereen (Engstedt ym. 2010; Rohtla ym. 2012). Hauilla on lisäksi Ruotsin rannikolla havaittu selkeää kutupaikkauskollisuutta niiden palatessa useina vuosina peräkkäin synnyinpuroihinsa ja jokiinsa lisääntymään (Engstedt ym. 2014). Yleisesti hauet pysyvät merialueella suhteellisen lähellä kutualueitaan ja liikkuvat hyvin vähän (Kåras & Lehtonen 1993). Rannikon haukipopulaatioiden välillä on kuitenkin eroja joidenkin liikkuessaan laajemmilla alueilla. Virtavesissä hauikiyksilöiden on havaittu tekevän jopa yli 30 km pitkiä matkoja kutualueilleen (Koed ym. 2006). Aikuisten, yli 21 cm pitkien haukien on havaittu voivan nousta ylös 9,5 m pitkää ja 12,6 % kaltevaa Denil-tyyppistä kalatietä, jossa pohjanläheinen virtaus on alimmillaan noin 0,7–0,9 m/s (Katopodis ym. 1991).

Fladan esiasteissa yhteys mereen on avoinna jatkuvasti. Fladoissa yhteys mereen katkeaa hyvin harvoin. Kynnyksen kohotessa myös vaellusyhteyden katkeamista tapahtuu useammin. Kluuvifladassa kynnykselle juurtunut kasvillisuus rajoittaa veden vaihtuvuutta ja voi tiheäksi päästessään vaikeuttaa myös kutemaan saapuvien kalojen kulkua. Kun kynnyks on noussut meriveden keskivedenpinnan yläpuolelle, on fladasta tullut kluuvi. Merivesi yltää tällöin kluuviin vain keskimäärin alle puolet ajasta. Tällöin keskeiseksi vaellusyhteyttä sääteleväksi tekijäksi nousee kluuvin ja meren välille mahdollisesti muodostuneen uoman virtaama sekä esteettömyys. Kluuvijärvessä merivedellä ei ole enää merkitystä vaellusyhteyden ylläpidossa, vaan kulkuyhteyteen vaikuttavat sadanta, valuma-alueen koko ja sen muut ominaisuudet sekä uoman ominaisuudet.

Uoman teoreettisen ulosvirtaaman määrittävät valuma-alueelle tuleva sadanta ja siinä tapahtuva haihdunta sekä mahdollisten muiden kluuvista tai kluuvijärvestä pois virtaavien uomien teoreettinen virtaama. Todelliseen virtaamaan vaikuttavat näiden lisäksi useat muut valuma-alueen ja uoman ominaisuudet. Keskeisiä uoman ominaisuuksia ovat uoman poikkileikkaus (pinta-ala, märkäpiiri, pin-

nankorkeus), pituus, kaltevuus sekä virtausvastus. Valuntaan valuma-alueelta vaikuttavat kasvillisuus, sekä useat maaperän ominaisuudet.

Uoman virtaama on usein suurimmillaan varhain keväällä lumien sulamisvesien vaikutuksesta ja syksyllä syyssateiden seurauksena. On tyypillistä, että etenkin valuma-alueiltaan pienissä kluuveissa ulosvirtaus pienenee kesän aikana ja uoma saattaa kuivua täysin. Kriittisintä ahvenen poikastuotannon kannalta on kutuvaelluksen aikainen virtaamatilanne uomassa kutuaikaan keväällä (huhtitoukokuussa) ja poikasten ulosvaellusajankohtana kesäkuun puolenvälin ja heinäkuun lopun välillä (kuva 1) (Sveriges sportfiske- och fiskevårdsförbund 2017). Joissain kohteissa poikaset saattavat vaeltaa ulos vasta syyssateiden aikaan, jolloin vedenkorkeus ja virtaama uomassa kasvavat lisääntyneen valuman vaikutuksesta.



Kuva 1. Riittävän koon saavutettuaan ahvenenpoikaset vaeltavat ulos merelle. Tällöin vaellusyhteyden toimivuus on tärkeää. Kuva Käringsundin kluuvista vuoden 2017 kesäkuun lopulta. (Kuva: Mikko Hynninen)

Useissa tapauksissa kluuvin tai kluuvijärven uoma alkaa luontaisesti umpeutua maankohoamisen vaikutuksesta. On yleistä, että uomaan kehittyä ruovikkokasvillisuutta, joka edelleen voimistaa tätä kehitystä kasvattamallaan juurakolla ja pidättämällä kiintoaineksella. Tiheä ruovikko voi myös itsessään toimia vaellusesteenä kutemaan nousevalle ahvenelle, hauelle ja muille kaloille. Uomiin kohdistuu myös ihmistoiminnan aiheuttamia uhkia. Uoman pohja liettyy alhaisen virtaaman ja esimerkiksi pelto- ja metsätalousalueilta tulevan kiintoainekuormituksen seurauksena. Tämä puolestaan voimistaa uoman umpeutumista pohjan madaltuessa ja kasvillisuuden lisääntyessä.

Hakkuut valuma-alueella lisäävät veden haihduntaa ja vähentävät näin valumaa. Hakkuuaukeilta lumi sulaa keväällä nopeammin, mikä voi lyhentää kluuvin tai kluuvijärven uoman kutemaan nousevien kalojen kulkuyhteyden avoimena pitävää kevättulvaa. Ojitukset valuma-alueella nopeuttavat valuntaa ja voivat siten lisätä vedenpinnan ja uoman virtaaman vaihteluja johtaen uoman kuivumisriskin kasvuun. Uoman yli rakennettu tiepenkka vaatii tierummun, jotta kalojen kulku kluuvin/kluuvijärven ja meren välillä voi jatkua. Tierummun tyyppi ja asennustapa vaikuttavat kuitenkin suuresti tierum-

mun toimivuuteen vaellusreittinä. Parhaiten toimii halkaisijaltaan vähintään 80 cm kokoinen rumpurakenne, joka etenkin vähävetisissä uomissa on sijoitettava uoman pohjan tasalle, siten ettei alapuolelle pääse missään tilanteessa syntymään putousta (Jormola ym. 2003). Väärin asennettu ja väärän tyyppinen tierumpu voi katkaista kalojen kulun kokonaan.

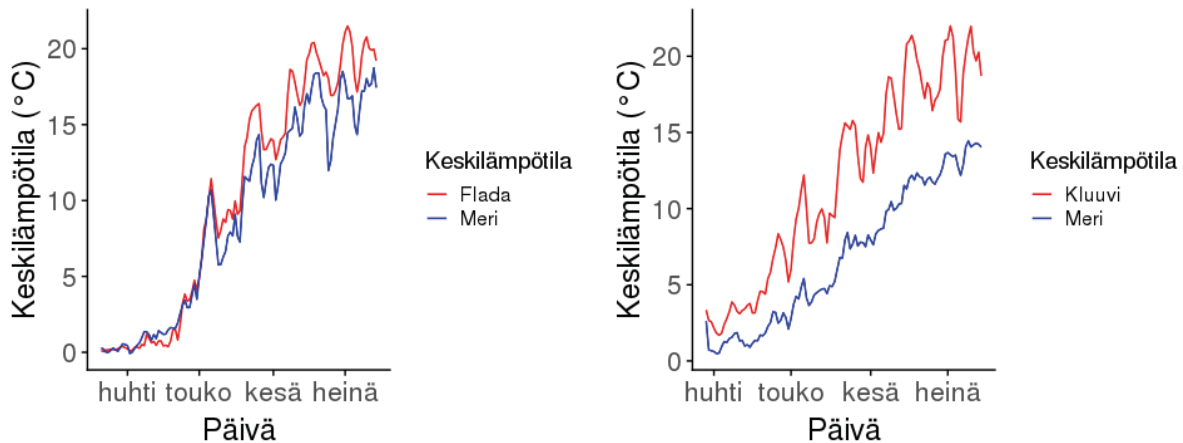
Mikäli ahvenenpoikasten ulosvaellus loppukesällä estyy, voivat heikentyneet olosuhteet, erityisesti ravinnon puute kluuvissa tai kluuvijärvessä, johtaa poikasten kuolemiin. Etenkin pienemmissä kohteissa ravinnon määrä saattaa huveta kesän edetessä, jos sitä tarvitsevia yksilöitä on paljon. Eläinplanktonmäärien väheneminen kesäkuun loppupuolella niiden luontaisen vaihtelun seurauksena supistaa myös poikasten käyttävissä olevia ravintovaroja (Scheinin ja Mattila 2010) ja saattaa olla ulosvaelluksen käynnistymiseen vaikuttava tekijä. Ahvenen poikasilla on todettu 10–23 % päivittäisiä kuolleisuuksia tilanteissa, joissa ravinnon määrä vähentyy nopeasti (Menshutkin ym. 1968; Cerny & Pivnicka 1973). Samaan aikaan kluuvin ulkopuolinen vesialue lämpenee poikasille riittävän lämpimäksi. Ravinnon vähentymisajankohtaan osuva kalanpoikasten ulosvaellusmahdollisuus on siis mitä todennäköisimmin keskeinen kluuvien ja kluuvijärvien poikastuotantoa määrittävä tekijä. Samanaikaisesti kluuvin ulkopuolisella merialueella tulisi olla suotuisat olosuhteet kehittyville poikasille, eli riittävän lämmintä vettä ja ravintoa tarjolla.

Uomien varomaton aukaisu kalojen kulkuyhteyden palauttamista varten saattaa johtaa epätoivottuihin vaikutuksiin (Wikström 2004). Liian syväksi kaivettu uoma voi palauttaa kluuvin takaisin fladavaiheeseen, mikäli merivesi pääsee virtaamaan altaaseen. Tämä heikentää sen lämpötilaolosuhteita ja voi muuttaa keskeisesti ympäristötekijöitä, joihin lajit kohteessa ovat sopeutuneet. Vaikka näin ei kävisikään, varomaton uoman kaivaminen saattaa johtaa uoman virtaaman lisääntymiseen ja uoman kuivumisriskin kasvamiseen.

2.2. Lämpötilaolosuhteet

Lämpötila on yksi tärkeimpiä kevätkutuisten lisääntymiseen vaikuttavia tekijöitä. Hauella kutu käynnistyy yleisimmin veden lämpötilan ylittäessä 6 astetta ja ahvenella noin 7 astetta (Sandström ym. 1997; Frost ja Kipling 2019). Molempien lajien on todettu valitsevan kutualueikseen nopeasti lämpeneviä alueita ja kutevan niissä aikaisemmin keväällä (Sandström ym. 1997; Mingelbier ym. 2008; Bergek ym. 2010). Korkeissa lämpötiloissa mm. ahvenen, hauen ja särjen mätä tarvitsee lyhyemmän kehityksajan, kuolleisuus on vähäisempää ja kuoriutuneiden poikasten kasvu nopeampaa (Swift 1965; Guma'a 1978; Karas 1996; Saat ja Veersalu 1996; Mooij ja Tongeren 2008). Tällä on suuri vaikutus tulevaan vuosiluokkavahuuteen, sillä mitä suuremmaksi poikaset ehtivät ensimmäisenä kesänä kasvaa, sitä todennäköisemmin ne selviävät talven yli hengissä (Post ja Evans 1989; Farrell ym. 2006; Heermann ym. 2009). Optimaalinen lämpötila ahvenen mädin kehitykselle on noin 8 ja 18 asteen välillä, mädin kehitysvaiheesta riippuen (Saat ja Veersalu 1996). Hauella vastaava lämpötila on noin 4–14 astetta. Poikaset sitä vastoin suosivat korkeampia lämpötiloja molempien lajien kasvun ollessa nopeinta hieman yli 20 asteisessa vedessä (Hokanson ym. 1973; Wang ja Eckmann 1994). Keväällä nopeasti lämpenevät fladat, kluuvit ja kluuvijärvet tarjoavat siksi hyvän kasvuympäristön kevätkutuisten kalojen jälkeläisille.

Ahvenen poikastiheydet olivat vuonna 2017 toteutetussa näytteenotossa suurimmat fladoissa, joissa toukokuun alun ja heinäkuun lopun välinen lämpösumma ylitti 1 450 päiväastetta (Hynninen 2019). Kluuveissa ja kluuvijärvissä lämpösummien todettiin olevan aina tämän rajan tuntumassa tai sitä korkeammalla riippumatta ympäröivän merialueen lämpötilaolosuhteista. Tällaisissa kohteissa lämpötila oli noussut toukokuun loppuun mennessä noin viiteen asteeseen. Kesäkuun alkuun mennessä lämpötila oli noussut noin 15 asteeseen ja kesäkuun aikana se kohosi vielä 20 asteen tietämiin (kuva 2). Kyseiset lämpötilatiedot perustuvat kuitenkin vain yhden vuoden mittauksiin ja vuosittainen vaihtelu lämpötiloissa on suurta.



Kuva 2. Vasemmassa kuvaajassa Merenkurkun sisäsaaristossa sijaitsevan, lämpimän fladan (touko-heinäkuun lämpösumma 1 475 päiväastetta) ja sitä ympäröivän merialueen vuonna 2017 mitattu veden lämpötilakehitys kevään ja kesän aikana. Oikeanpuoleisessa kuvaajassa Merenkurkun saaristossa avoimen merialueen reunalla sijaitsevan kluuvifladan (touko-heinäkuun lämpösumma 1 482 päiväastetta) ja sitä ympäröivän merialueen vuonna 2017 mitattu lämpötilakehitys kevään ja kesän aikana. (Kvarken flada -hanke, julkaisematon aineisto).

Lämpötilaolosuhteisiin fladassa vaikuttavat keskeisimmin ympäröivän merialueen lämpötilaolosuhteet ja fladan suuaukkojen yhteenlaskettu kokonaispinta-ala (Hynninen 2019). Muita keskeisiä tekijöitä ovat suojaisuus ja myös altaan tilavuus. Mitä kylmemmällä merialueella flada sijaitsee, sitä kriittisemmäksi nämä tekijät muuttuvat. Vaikkakin fladoissa veden lämpötila kohoaa usein ympäröivää merialuetta nopeammin, on se kuitenkin etenkin pienissä ja matalissa kohteissa herkempi sääolosuhteiden, kuten ilman lämpötilojen vaihtelun aiheuttamille vaikutuksille. Äkillinen lämpötilan lasku alle 10 asteeseen voi aiheuttaa ahvenenpoikasissa merkittävää kuolleisuuden lisääntymistä ja kasvun hidastumista (Hokanson 1973, Karås 1966). Hauki kestää nopeaakin veden lämpötilan alentumista kohtalaisen hyvin, mutta veden kylmeneminen hidastaa myös sen kasvua (Hassler 1982).

Kluuvit ja kluuvijärvet voivat tarjota kevätikutusten kalojen poikastuotannolle optimaalisia lämpötilaolosuhteita kaikilla rannikkovyöhykkeillä, sillä ne ovat pitkälle eriytyneet ympäröivästä merialueesta. Kluuveissa merenpinnan ollessa korkealla saattaa veden lämpötila kuitenkin alentua voimakkaasti meriveden virratessa sisään altaaseen. Fladojen tavoin pienissä kluuveissa ja kluuvijärvissä saattavat myös sääolosuhteiden vaihtelut aiheuttaa nopeita muutoksia veden lämpötiloissa. Suurin uhka fladojen ja kluuvien kalanpoikastuotannolle riittävän vakaille lämpötilaolosuhteille ovat suuaukkojen ja uomien ruoppaukset vesiliikenteen tarpeisiin. Suuaukon, kannaksen tai uoman ruoppaaminen auki lisää veden vaihtuvuutta merialueen kanssa (kuva 3) ja vaikuttaa voimakkaasti kohteen lämpötiladynamiikkaan. Tämä tarkoittaa keväisen veden lämpötilan nousun hidastumista ja keskilämpötilan alenemista. Vaikutus on voimakkaimmillaan ulkosaaristossa ja avoimilla merialueilla, joissa ympäröivän meriveden lämpötila on alhainen ja tuulen sekä aallokon vaikutukset voimakkaita.



Kuva 3. Fladan suuaukon ruoppaus lisää veden vaihtuvuutta ympäröivän merialueen kanssa. Kuva Strora Rönkäretin Gamla Hamnenin fladasta Oravaisista. (Kuva: Mikko Hynninen)

Lämpimässä sisäsaaristossa suuaukon ruoppauksen vaikutus lämpötiloihin on pienempi kuin avoimemilla merialueilla. Tämä on otettava huomioon kalataloudellisia kunnostuksia suunniteltaessa, silloin kun tarkoituksena on suuaukkoa tai uomaa ruoppaamalla parantaa kalojen kutu- ja poikasvaellusmahdollisuuksia. Etenkin ulkosaaristossa varomaton suuaukon koon kasvattaminen tai uoman aukaisu voi päästää kylmän meriveden virtaamaan vapaammin kohteeseen. Tällöin kevätkutuisten kalojen poikastuotanto kohteessa voi vaikeutua tai pahimmillaan estyä kokonaan.

2.3. Vedenlaatu

Ahvenen ja hauen lisääntymisen kannalta keskeisiä vedenlaatutekijöitä fladoissa ja kluuveissa ovat pH, suolapitoisuus ja sameus.

2.3.1. pH ja happamat sulfaattimaat

Veden alhainen pH voi etenkin happamien sulfaattimaiden alueilla muodostua esteeksi ahvenen ja hauen poikastuotannolle. Happamuuden haitallisia vaikutuksia voimistavat happaman valuman maaperästä liottamat metallit, kuten alumiini (Sutela ym. 2012). Parhaiten happamuutta kestää hauki, jonka poikasille alin turvallinen pH vaihtelee välillä 4–5,3 muun muassa veden alumiinipitoisuudesta riippuen (Vuorinen ym. 1993). Ahvenen poikaset kestävät alle 5 pH-arvoja vain lyhyitä aikoja ilman merkittävää kuolleisuuden lisääntymistä (Hilden ja Hirvi 1987). Särki on selkeästi haukea ja ahventa herkempi happamuudelle ja särjen lisääntymisen onnistumiseksi pH:n on oltava selvästi yli 5 (Vuorinen ym. 1993). Toisaalta voimakas yhteyttämistoiminta rehevissä kluuveissa saattaa päivisin nostaa

pH:n lähelle kymmentä tai sen yli. Hyvin matalissa kohteissa, joissa poikasilla ei ole mahdollisuutta paeta syvemmälle vesipatsaaseen, saattaa myös tällä olla haitallisia vaikutuksia niiden selviytymiseen ja kehitykseen (Beklioglu ja Moss 1995; Rahel 2010).

Suomen rannikkoalueella happamoituminen on yleinen fladoihin, kluuveihin ja kluuvijärviin kohdistuva uhka. Erityisesti Varsinais-Suomen ja Pohjanmaan rannikkoalueilla, joilla happamat sulfaattimaat ovat yleinen maatyyppe, happamoituminen on yleistä. Metsä- ja pelto-ojitusten myötä rikkiä sisältävä maaperä pääsee hapettumaan, jolloin maaperään sitoutunut vesi happamoituu. Hapan valuma kulkeutuu ojituksia pitkin ja kuivatetuilta mailta sadevesivaluman mukana alapuoliseen vesistöön. Happamuuden haitallisia vaikutuksia voimistaa sulfaattimaissa yleinen alumiini, joka saostuu kalojen kiduksiin pH:n laskiessa alle 6 arvoon. Happamoittavaa valumaa voi syntyä myös happamien maiden ruoppausläjityksistä.

Kvarken flada -hankkeen näytteenotoissa vuosina 2017-2018 tutkittujen fladojen tai kluuvien ei havaittu olevan happamia kalanpoikasten esiintymisvaiheen aikana, joten sikäli happamoitumista ei alueella voida pitää nykypäivänä kovinkaan merkittävänä pienvesien kalantuotantoon vaikuttavana tekijänä.

2.3.2. Suolapitoisuus

Ahven on makeanveden kala ja on siksi sopeutunut elämään ja lisääntymään vain suhteellisen alhaisissa suolapitoisuuksissa. Kutu on mahdollista kaikkialla Suomen rannikolla tavattavissa suolapitoisuuksissa (< 6 PSU), mutta on olemassa viitteitä siitä, että jo pieni nousu veden suolapitoisuudessa saattaa vaikuttaa poikasten kasvua hidastavasti (Overton ym. 2008). Myöskään hauella Suomen rannikolla esiintyvillä suolapitoisuuksilla ei pitäisi olla vaikutuksia mädin tai poikasten kehitykseen, mutta poikasten kasvun on osoitettu olevan nopeinta makeassa vedessä (Engström-Öst ym. 2005). Sen sijaan särjen lisääntymisen on todettu onnistuvan vain alle 3,5–4 PSU suolapitoisuudessa (Jäger et al. 1981; Klinkhardt & Winkler 1989; Härmä et al. 2008)

Suolapitoisuus vaihtelee fladoissa, kluuveissa ja kluuvijärvissä altaan kehitysasteen mukaan. Fladoissa suolapitoisuus noudattelee ympäröivän merialueen pitoisuutta, mutta kluuvin vesi alkaa vähitellen muuttua makeammaksi sen eriytyessä merestä. Suolapitoisuus on myös keskeinen ahvenelle ja hauelle tärkeitä eliöyhteisöjä, kuten vesikasvillisuutta ja eläinplanktonlajistoa säätelevä tekijä (Munsterhjelm 1997; Telesh ja Khlebovich 2010). Siksi kluuvin muuttaminen takaisin fladaksi esimerkiksi ruoppaamalla kynnyksen tai kannas aukin voi muuttaa suolapitoisuutta vaikuttaen siten koko kohteen eliöyhteisöön. Tällä voi olla vaikutuksia myös kalanpoikasten kasvuun, esimerkiksi eläinplanktonin runsaus- ja lajirakennemuutosten kautta.

2.3.3. Sameus

Ahvenen ja hauen poikasten ensimmäinen ravintokokohde on eläinplankton, jota ne saalistavat näköaistinsa avulla. Siksi hyvin sameissa vesissä saalistaminen vaikeutuu. Savisameudesta ei ole suurta haittaa ahvenen poikasille, mutta voimakkaiden kasviplanktonkukintojen aiheuttama veden samentuminen sen sijaan vaikeuttaa merkittävästi niiden ravinnonhankintaa (Granqvist ja Mattila 2004; Persson ym. 2011). Järvissä tehtyjen tutkimuksien mukaan veden sameus suosii särjen poikasia, jolloin ne saavat ravinnonhankinnassa kilpailuetua ahvenen poikasiin nähden (Nurminen ym. 2010). Hauen poikasten on todettu kasvavan paremmin kirkkaissa vesissä, joissa ne kykenevät saalistamaan tehokkaammin (Engström-Öst & Mattila 2008). Hyvin rehevät kohteet, joissa kesällä ilmenevät massiiviset kasviplanktonkukinnat samentavat veden, voivat siis olla huonoja kasvuympäristöjä ahvenen ja hauen poikasille (kuva 4).



Kuva 4. Runsas kasviplanktonkukinta saattaa samentaa ja värjätä veden vihertäväksi puuroksi hyvin rehevissä kluuveissa. Lennokilla kuvattu ilmakuva Korsnäsissä sijaitsevasta Strockrundin kluuvista kesältä 2017. (Kuva: Metsähallitus)

Jotkut fladat ovat luonnostaan hyvin reheviä ja rehevyys yleensä voimistuu niiden eriytyessä merestä kluuveiksi. Rehevyyttä voi myös lisätä valuma-alueelta tuleva ulkoinen kuormitus, kuten pelto-ojien mukana kohteeseen virtaavat ravinnepitoiset vedet. Rehevyys on tiettyyn pisteeseen asti ahvenen ja hauen poikasille hyödyllistä, sillä se lisää niiden käytettävissä olevan eläinplankton- ja kalaravinnon määrää. Kuitenkin voimakkaasti rehevöityneissä kohteissa aikaisemmin mainitut korkean pH:n ja veden sameutumisen poikasille aiheuttamat haitat voimistuvat.

2.4. Kutualustat ja poikasalueet

Ahven laskee mätinauhansa kutualustalle, jona toimii esimerkiksi kasvillisuus tai rantaan kaatuneet puut. Se valitsee ensisijaisesti vankkoja ja rakenteellisesti monimuotoisia alustoja. Järviruo'on on todettu ainakin eteläisemmällä Itämerellä olevan suosituin ahvenen kutualusta (Snickars ym. 2009). Tämä johtuu todennäköisesti siitä, että kuolleita järviruo'on varsia on tarjolla kutualustaksi myös varhain keväällä vesikasvillisuuden vasta aloittaessa kasvuun. Myös fladoissa ja niiden esiasteissa usein tavattavat vidat ja ärviät kelpaavat ahvenelle kutualustoiksi. Kasvillisvyöhykkeet tarjoavat ahvenen poikasille tärkeitä suojapaikkoja ja ravintoa etenkin myöhemmin kesällä niiden siirryttyä avovedestä takaisin rantavyöhykkeeseen (Urho 1996).

Hauen on todettu suosivan kutualustanaan kevättulvan alle jäänyttä kasvillisuutta, kuten ruohoja ja saroja (Bry 2013). Myös ruovikko ja muu kasvillisuus, kuten vidat ja ärviät käyvät kutualustoiksi tulvaniittyjen puuttuessa. Kuoriutuneet ruskuaispussipoikaset kiinnittyvät imukuppimaisella elimellä kasvillisuuteen, jossa ne viettävät yleensä ensimmäiset 10 - 12 päivää. Ruskuaispussin tyhjennettyä ja uimarakon täytyttyä ne siirtyvät vesikasvillisuuden sekaan.

Etenkin karuissa ulkosaaristofladoissa kutualustojen puute saattaa rajoittaa fladojen sopivuutta hauen ja ahvenen kutualueeksi (McCarragher & Thomas 1972; Snickars 2009). Hyvin matalissa fladoissa vedenkorkeuden vaihtelut voivat jättää kutualustat ja myös niille kudetun mädin kuiville vedenkorkeuden laskiessa. Erityisesti kevättulvan alle jäänyttä rantaniittykasvillisuutta suosivan hauen tapauksessa tämä on suuri uhka mädin selviytymiselle. Kluuveissa ja kluuvijärvissä vedenkorkeuden vaihtelut ovat usein maltillisempia, sillä niissä vedenpintaa säätelevät lähinnä valuma ja haihdunta.

Rantojen ruoppaukset voivat hävittää arvokkaita kutualustoja ja poikasalueita kohteissa. Alle 500 m³ ruoppaukset eivät edellytä erillistä vesilain mukaista lupaa, vaan niistä riittää ainoastaan ilmoitus valvontaviranomaiselle. Kuitenkin myös pienet ruoppaukset fladoissa, kluuveissta tai kluuvijärvissä voivat aiheuttaa merkittävää haittaa poikastuotannolle, etenkin jos niitä tehdään useita. Kluuveissa ja kluuvijärvissä valuma-alueen ojitukset, hakkuut yms. valumaan vaikuttavat toimenpiteet yhdessä uomien virtaamaa lisäävien perkausten ja aukikaivuiden kanssa voivat lyhentää kevättulvan kestoa ja näin heikentää erityisesti hauen lisääntymistulosta lisäämällä mädin kuivillejäämisen riskiä.

3. Flada-, kluuvi- ja kluuvijärvikunnostusten pitkä historia Merenkurkun alueella

Fladoissa, kluuveissa ja kluuvijärvissä on toteutettu erilaisia kunnostuksia jo pitkään. Kunnostukset ovat kuitenkin vähäisesti dokumentoituja ja julkaistua tietoa on niistä heikosti saatavilla. Usein tämäkin tieto perustuu jälkikäteen suullisesti hankittuun informaatioon tai kartoituksissa havaittuihin seikkoihin. Kunnostuksia edeltävästä ahvenen tai muiden kalojen poikastuotantotilanteesta ei ole tietoa kuin poikkeustapauksissa.

Wickström (2004) esitti opinnäytetyössään kattavan analyysin Pohjanmaan rannikkoalueella vuosien 1970–2000 välillä tehdyistä fladojen, kluuvien ja kluuvijärvien kunnostuksista. Yleisimmin kunnostuksen toteutti osakaskunta tai kalastusseura. Tarkastelluissa 42 kohteessa yleisin toimenpide oli uoman/suuaikon kaivaminen tai ruoppaaminen kalojen vaellusreitin palauttamiseksi. Fladoissa tehdyistä kunnostuksista 75 %, kluuveissa tehdyistä 47 % ja kluuvijärvissä tehdyistä 44 % arvioitiin olleen tekniseltä toteutukseltaan huonoja. Parhaiten onnistuneet kunnostukset liittyivät vedenpinnan nostoon pato- ja vallirakenteilla sekä aiemmin ruopattujen uomien kunnostamiseen. Kunnostusten toimivuuden arvioimiseksi kalojen lisääntymisen kannalta ei kuitenkaan tehty minkäänlaisia poikaskartoituksia.

Yleisimmin esiintynyt ongelma oli se, että kohteen kynnyks ruopattiin pois tai uoma kaivettiin liian syväksi ja sen luontaiset rakenteet hävitettiin. Etukäteisselvityksiä tehtiin vain harvoin (16 kpl) ja yleisin toimenpide oli pH:n mittaaminen. Kohteiden toimintaa kutualueena ei selvitetty tarkemmin etukäteen yhdessäkään kohteessa. Jonkinlaista jälkiseurantaa oli toteutettu puolessa kohteista. Tähän sisältyi yleisemmin pH-arvojen mittaukset ja/tai jonkinlainen kutukalojen nousuhavainnointi. Kutemaan nousevia kaloja kuten haukia, ahvenia ja särkiä havaittiin usein, mutta kunnostusten vaikutusten arviointi on liki mahdotonta esiselvitysten ja tarkemman jälkiseurannan puuttessa. Poikkeuksen muodostavat kohteet, joissa vaellusyhteys on ennen kunnostusta ollut täysin poikki. Tarkastelluista kunnostuksista 38 % olisi nykyisen vesilain (27.5.2011/587 11 §) vastaisia.

Maalahden alueella on tehty Malax Fiskargillen toimesta ERUF-rahoitettuja kunnostuksia neljässä kluuvissa/kluuvijärvessä vuosina 2007–2013 (Malax fiskargille r.f., päiväämätön raportti). Kunnostukset ja niihin sisältyvät toimenpiteet on dokumentoitu ja suojele- sekä seurantasuunnitelmat on laadittu. Kutunousu- tai poikasselvityksiä ei kuitenkaan ole tehty tai ainakaan raportoitu. Jokaisessa kohteessa uomista perattiin pois kasvillisuutta umpeenkasvun vähentämiseksi ja kalojen vaellusyhteyden ylläpitämiseksi. Kaikissa neljässä kohteessa on lisäksi kunnostettu aiemmat vedenkorkeutta säätelevät padot ja kolmeen on rakennettu pohjapato, todennäköisemmin uomien virtaamaa ja vedenkorkeutta säätelemään (kuva 5). Ilmeisesti aiemmista uomien auki ruoppaamisesta syntyneitä happamia ruoppausmassoja on kalkittu.



Kuva 5. Kuvia Maalahden fladakunnostuksista. A) ja B) Kunnostettuja, vedenkorkeutta sääteleviä patorakenteita Trutörsfladaniissa. C) Bastusskarssjöniin rakennettu pohjapato. D) Listangrundetin kluuvin patorakenne. (Kuvat: Malax fiskargille r.f.)

Uudenmaan, Kustavin ja Taivassalon rannikkoalueella toteutettiin vuonna 1990 KOR-varoin (Euroopan yhteisön kalatalouden ohjauksen rahoitusväline) kunnostuksia 18 mataloituneella merenlahdella (Härmä ym. 2008). Näistä kahdeksan luokiteltiin fladoiksi tai kluuvijärviksi. Pääasiallinen kunnostusmenetelmä oli kanavien ruoppaaminen kalojen kulkuväyläksi. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos seurasi poikastuotantoa vuosina 2003, 2004 ja 2007. Havainnot osoittivat, että myös ruopattujen kanavien päässä olevat fladat ja kluuvijärvet voivat toimia ahvenen ja hauen poikastuotantoalueina sisemmillä ja suojaisemmillä rannikkoalueilla. Myös särki kuti samoissa kohteissa, joissa ahventa ja haukea tavattiin. Kahdessa uloimmassa fladassa/kluuvijärvestä ahvenen tai hauen poikastuotantoa ei kuitenkaan ollut. Kunnostuksia edeltävää tietoa kohteiden poikastuotannosta ei myöskään ole saatavilla.

Muutamista viime aikoina Merenkurkun alueella tehdyistä kunnostuksista on olemassa myös osittaista tietoa kunnostusten mahdollisista vaikutuksista kalojen kulkuun ja lisääntymiseen. Kaksi alla esitettävistä kohteista sijaitsee Mustasaarella ja yksi Korsnäsissä.

Globackfladan

Joissakin fladoissa tai kluuveissa on tehty toimenpiteitä useaan otteeseen. Mustasaarella sijaitsevan Globackfladan suuaukko avattiin 1970-luvulla veneliikennettä varten ruoppaamalla noin 10 m leveä veneväylä fladan ja meren välille. Tällöin kutevien kalojen kerrottiin kaikonneen fladasta ja flada alkoi kasvaa umpeen. Mökkiasukkaat ja maanomistajat sopivat fladan kunnostamisesta ja hakivat luvan työlle. Vuonna 1993 flada padottiin vedenpinnan nostamiseksi noin 0,5 m keskivedenpintaa korke-

ammalle. Pato rakennettiin fladan pohjasta kaivetusta pohja-aineksesta, jolloin fladaan saatiin myös lisää syvyyttä. Toimenpiteen seurauksena ahven, hauki ja särki palasivat alueelle. Lisäksi alueella raportoidaan kutevan myös säyneen ja kiiskin (Eerola 2014)



Kuva 6. Kuvia Globackfladan kunnostuksista. A) Levähdyspaikan rakentaminen uomaan, B) Uoma kuivana keuhällä 2018, jolloin kivien asettelu näkyy selvästi. C) Padon vahvistamiseen käytettyjä hiekkasäkkejä. D) Valmis pato, jossa purkuaukko kulkee kahden ison lohikareen välistä. (Kuvat Ralf Wistbacka, Mikko Hynninen ja Lari Veneranta)

Vuonna 1993 rakennettu pato ja uoma kunnostettiin vuonna 2013. Pato oli ajan myötä alkanut vuotamaan ja vedenpinta kluuvissa oli laskenut 10 cm. Uoman hyvin leveää ja matalaa alaosa kavennettiin ja virtaamaa uudelleenohjattiin uomaa kiveämällä (kuva 6). Lisäksi rakennettiin nousua helpottavia rakenteita ja levähdyspaikkoja kivenlohkareista. Vanha vuotava pato korjattiin hiekkasäkeillä ja purkuaukko kivettiin soralla siten, että virtaus ohjattiin purkuaukosta, eikä enää päässyt padon läpi. (Eerola 2014). Kluuvin pinta-ala on nykyisin noin 4,1 ha, keskisyvyys 0,6 m ja sen arvioidaan sijaitsevan noin 0,5–0,6 m merenpinnan yläpuolella (Eerola 2014). Valuma-alue on noin 71 ha:n laajuinen, koostuen hietikosta ja talousmetsästä. Poikastuotantoa kohteessa ei ole tutkittu ennen kunnostustoimenpiteitä. Luonnonvarakeskus kartoitti vuonna 2014 Globackfladan poikastiheyksiä vetohaavinäytteenotolla osana Velmu –kartoituksia (Kallasvuo ym. 2016) Tällöin ahvenen poikastiheyden kohteessa todettiin olevan erittäin korkea (220 poikasta/m^3) (Lari Veneranta, suullinen tiedoksianto).

Iskmosund

Iskmosundin kluuvijärvi sijaitsee Mustasaaren kunnan itäosassa. Se on osa usean vesistön ketjua, jota on useilta osin voimakkaasti muokattu ihmisen toimesta. Iskmosund on pitkänomainen, aikanaan merenlahdesta maankohoamisen myötä muodostunut allas. Sen pinta-ala on noin 15 ha ja maksimisyvyys noin 2,5 m. Matkaa Iskmosundin luusuasta uomaa pitkin mereen on noin 1,3 km ja sen vedenpinta sijaitsee noin 0,76 m:n korkeudella merenpinnasta (MML, avoimet aineistot 2019). Isk-

mosundin vedenpinnan korkeutta säätelee vuonna 1996 rakennettu pato, jossa on kalaporras (kuva 7). Vuonna 2018 kalaporras uusittiin, koska rakennusmateriaalina käytetty puu oli pehmentynyt ja vesi oli syönyt portaan sivuun ohitusuoman. Iskosundin valuma-alue on huomattavan suuri, lähes 5600 ha ja se koostuu lähinnä talousmetsästä (noin 80 % pinta-alasta). Valuma-alueella on myös asutus- ja teollisuus-/liiketoimintaluetta noin 5,5 % valuma-alueesta ja viljelysmaita noin 4 % valuma-alueesta. Maataloutta harjoitetaan aivan Iskosundin rannoilla ja siihen sekä sen yläpuolisiin vesistöihin johtaa useita pelto- ja metsäojia. Ravinnevalumien aiheuttama rehevöityminen onkin yksi suurimpia Iskosundin ongelmia. Yläpuolisiin vesistöihin tulee ojia pitkin myös jonkin verran hapanta valumaa.



Kuva 7. Iskosundin pato ja kalaporras. Kuvassa edustalla näkyy ohijuoksutusluukku, jolla vedenpintaa säädelään. Keskellä on pohjasta kivetty, leveäportainen, pystyrakotyyppinen kalatie, jota pitkin kalat pääsevät keväällä korkeammalla vedenpinnalla nousemaan kluuvijärveen. (Kuva: Mikko Hynninen)

Iskosundissa elää verkkokoekalastusten perusteella ainakin osittain paikallisia ahvenia, särkiä ja ruutanoita (Kärnä 2014). Myös hauen on havaittu kutevan kluuvijärvestä. Vuonna 2017 kalaportaan alaosaan merkittiin ahvenia ja samalla todettiin ainakin särjen, säyneen, ahvenen ja hauen nousevan portaasta ylös. Vuonna 2018 maastokäynnillä havaittiin kalaportaiden yläpuolen edustalla runsaasti ahvenen ja särjen poikasia. Iskosundiin kohdistuva runsas ravinnekuormitus on johtanut kevättalvella jääpeitteen alla muodostuviin happikatoihin ja sen seurauksena kalakuolemiin. Tästä syystä kluuvijärveä on vuodesta 2015 alkaen hapetettu talvisin kolmen hapettimen avulla (Leander 2015). Hapetilannetta seurataan nyt säännöllisesti paikallisyhdistyksen toimesta ja hapetuksen on todettu parantavan kevättalven hapetilannetta.

Sandviken

Moikipäässä, Korsnäsän kunnassa sijaitseva Sandviken on toinen esimerkki padotusta ja kalaportaalla varustetusta kluuvista. Sen altaan pinta-ala on noin 5,4 ha ja valuma-alueen noin 280 ha. Kluuviin johtaa noin 100 m:n pituinen uoma, jonka umpeenkasvua on ehkäisty kasvillisuutta perkaamalla useita kertoja 1980-luvulta alkaen. Allas sijaitsee noin 0,7 m merenpinnan yläpuolella (MML, avoimet aineistot 2019). 1990-luvun puolivälissä paikallinen osakaskunta, Molpe fiskargille rakensi ensimmäisen padon, jolla Sandvikenin vedenpintaa voitiin säädellä. Patoon rakennettiin myös kalaporras kutemaan nousevien kalojen kulkua varten. Kalaporrasta pystyivät käyttämään ainakin ahven, hauki ja särki. (Kustaktionsgruppen i Österbotten 2017, julkaisematon raportti)

Huhtikuun lopulla vuonna 1998 toteutetussa kudulle nousevien kalojen havainnoinnissa osakaskunta arvioi (ilmeisesti näköhavaintojen perusteella), että puolen tunnin aikana kalaporrasta nousi ylös yli 250 haukea. Myöhemmin samana vuonna havaittiin useiden satojen aikuisten haukien, ahventen sekä näiden poikasten vaeltaneen ulos kluuvista. Joukossa oli myös arviolta yli kaksisataa aikuista särkeä. Vuoden 2019 kevättalvella kalaporras uusittiin ja mereen johtavan uoman sekä Sandvikenin altaan keskeltä kahteen osaan jakava salmi perattiin kalojen kulun turvaamiseksi. Kunnostuksesta laadittiin kattava suunnitelma, jossa mallinnettiin myös vedenkorkeuden nostamisen muutoksia kluuvin pinta-alaan. Lisäksi suunnitelmaan kirjattiin suosituksia kutemaan nousevien kalojen ja ulosvaeltavien poikasten seurannasta. Kutemaan nousevia kaloja havainnoitiin vuonna 2019 ja niistä kerättiin runsaasti kuva- ja videomateriaalia. Suuria määriä ahvenia, särkiä ja haukia nähtiin nousemassa kluuviin kutemaan (kuva 8).



Kuva 8. Särkiä ja ahvenia nousemassa ylös Sandvikenin uusitusta kalaportaasta keväällä 2019. Kalaportaan päälle asennettu verkko suojaa kaloja linnuilta ja muilta pedoilta. (Kuva: Kustaktionsgruppen i Österbotten)

4. Esimerkkejä luonnontilaisista- ja kunnostetuista fladoista ja kluuveista

Tässä kappaleessa esitellään yksi täysin luonnontilainen kluuvi ja viisi kunnostettua kohdetta, joiden toimintaa ahvenen poikastuotantokohteina tarkastellaan saatujen tulosten ja taustatietojen valossa. Edellisen luvun muutamista esimerkeistä poiketen kaikista kohteista on kerätty Kvarken flada -hankkeen yhteydessä tietoja mm. lämpötiloista, morfometriasta, vedenlaadusta ja kasvillisuudesta. Ahvenen poikasista kerättiin vetohaavilla tiheyshavainnot, joiden yhteydessä otettiin kohteiden pH-, suolapitoisuus- ja sameusmittaukset. Hauen poikasten esiintyminen kohteissa kartoitettiin työntöhaavilla. Tarkasteluissa käytetyt tiedot on esitetty kootusti taulukoissa 1 ja 2.

Taulukko 1. Kohteiden perustiedot ja vedenlaatua kuvaavat muuttujat. Korkeus merenpinnasta kuvaa altaan vedenpinnan korkeutta merenpinnasta ja perustuu MML:n 2 m:n korkeusmalleihin (MML, avoimet aineistot 2019). Suluissa ilmoitetaan korkeusmallien pohjana käytetyn lasekeilausaineiston keräysvuosi. Korkeuteen vaikuttaa vedenkorkeus kohteessa keilausajankohtana ja maankohoaminen voi kasvattaa korkeutta ajan myötä.

Kohde	Sijainti (WSG84)	Valuma-alue (ha)	Pinta-ala (ha)	pH	Suolaisuus (PSU)	Sameus (FNU)	Korkeus (m)
Käringsund	63,42983°N 21,07313°E	33,2	12,7	8,9	1,2	7,9	0,14 (2013)
Funkorsjön	63,83129°N 22,86309°E	113,0	2,5	7,9	0,1	13,2	0,72 (2014)
Verkviksfladan	63,23698°N 21,52756°E	31,4	3,0	7,5	1,8	3,2	0,44 (2009)
Stroviken	63,87172°N 22,74890°E	59,0	12,5	7,5	2,4	1,7	0,06 (2014)
Papposfladan	63,27418°N 21,12134°E	52,5	14,5	8,3	3,6	2,6	0,00 (2013)
Flatskärsgrännarna	62,80351°N 21,14909°E	7,0	2,9	8,0	1,9	21,9	0,04 (2015)

Taulukko 2. Kohteiden lämpötila- ja kalanpoikastiedot.

Kohde	Lämpösumma päiväasteina	Toukokuun ka. (°C)	Kesäkuun ka. (°C)	Heinäkuun ka (°C)	Ahven (yksilöä / m ³)	Hauki
Käringsund	1482	11,3	17,5	19,7	41	ei
Funkorsjön	1428	10,3	17,5	18,3	118	kyllä
Verkviksfladan	1445	11,1	17,3	18,6	94	kyllä
Stroviken	1392	9,9	16,9	18,2	5	ei
Papposfladan	1475	11,1	17,4	19,8	203	ei
Flatskärsgrännarna	-	-	-	-	7	ei

4.1. Käringsund – luonnontilainen kluuvi avomeren laidalla

Käringsund on esimerkki täysin luonnontilaisesta kluuvista. Se sijaitsee Valassaarilla Raippaluodon maailmanperintöalueen edustalla. Saaret on rauhoitettu linnustonsuojelualueeksi jo vuonna 1948. Alue on hyvin avointa saaristovyöhykettä ja kluuvi sijaitsee aivan avomeren laidalla. Siitä huolimatta kluuvin lämpösumma on hyvin korkea ja ahvenen poikastiheys oli vuonna 2017 suuri (taulukko 2).

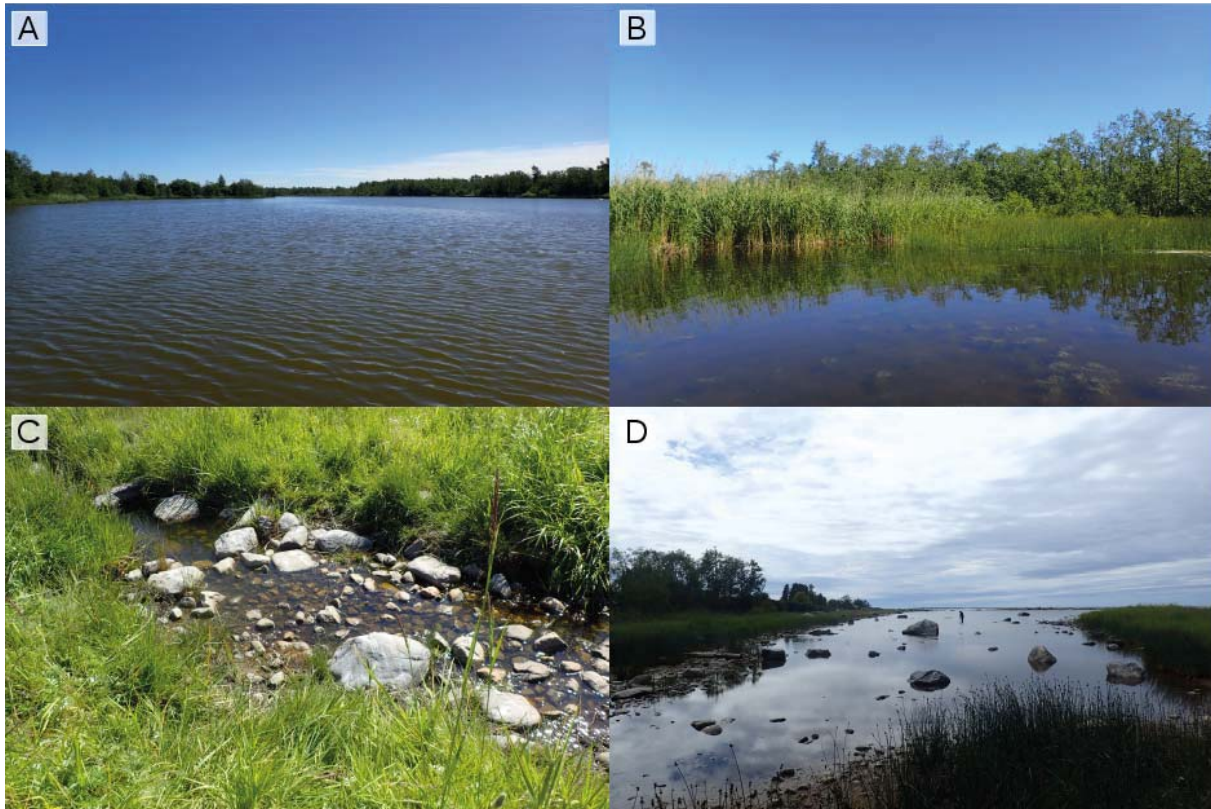
Allas on pitkänomainen (kuva 9 ja kuva 10 A), pinta-alaltaan suhteellisen suuri (12,7 ha) ja maksimissaan noin metrin syvyinen. Vesi kluuvissa on kirkasta, eikä sameusongelmia havaittu vuosina 2017 tai 2018. Kluuvin vesi on hieman suolaista, eli merivesi yltää ajoittain vielä kluuviin asti. Veden pH oli hieman koholla vuonna 2017, mikä viittaa voimakkaaseen kasviplanktonin tai levien yhteyttämistointaan ja kuvastaa myös kluuvin kohtalaista rehevyytystasoa. Kluuvin pieni valuma-alue koostuu luonnontilaisesta lehtimetsästä, katajikosta ja kanervanummesta.



Kuva 9. Käringsundin ilmakuva (MML -avoimet aineistot 2019) ja syvyyskäyrät (Hynninen 2019). Kirjaimet ilmaisevat kuvan 10 valokuvien ottopaikat.

Altaan länsipäädystä lähtee yli 100 m pitkä ja kapeimmillaan noin 50 cm leveä uoma. Uoman pituus ja leveys vaihtelevat huomattavasti kluuvin vedenpinnan mukaan. Veden ollessa kluuvissa korkealla suuri osa suistoalueesta jää todennäköisesti veden alle ja uoman pituus kutistuu alle 50 m:iin. Uoma kulkee hyvin matalana läpi ruovikkoalueen ja edelleen merenrantaniityn läpi, jossa se muuttuu syvemmäksi (kuva 10 B). Alemmalla osuudella uomassa on jonkin verran kiviä ja virtaamavaihteluja (kuva 10 C). Uoma laskee kapeaan lahdelmaan, joka avautuu avomerelle (kuva 10 D).

Käringsundissa toteutettiin vuonna 2018 poikasten ulosvaellusseuranta. Kevät ja kesä olivat poikkeuksellisen lämpimiä ja sateettomia, mikä näkyi myös uoman virtaamassa. Kesäkuun 18. päivänä uoma oli alajuoksultaan käytännössä katsoen täysin kuiva vain hyvin pienen vesimäärän virratessa uomassa. Muutama runsassateinen päivä juhannuksena riittivät kuitenkin synnyttämään uomaan poikasten ulosvaellukselle tarvittavan virtaaman. Parhaimmillaan poikasia arviottiin tunnin aikana vaeltavan mereen yli satatuhatta kappaletta (taulukko 3).



Kuva 10. Kuvia Käringsundin kluuvista. A) Kluuvin allas. B) Kluuvin länsipääty, josta uoma lähtee kulkemaan ruovikon seassa. C) Uoman alemmaa osaa. D) Uoman laskulahdelma meren puolella, joka aukeaa avomerelle. Kuvien ottopaikat selviävät kuvasta 10. (Kuvat: Mikko Hynninen)

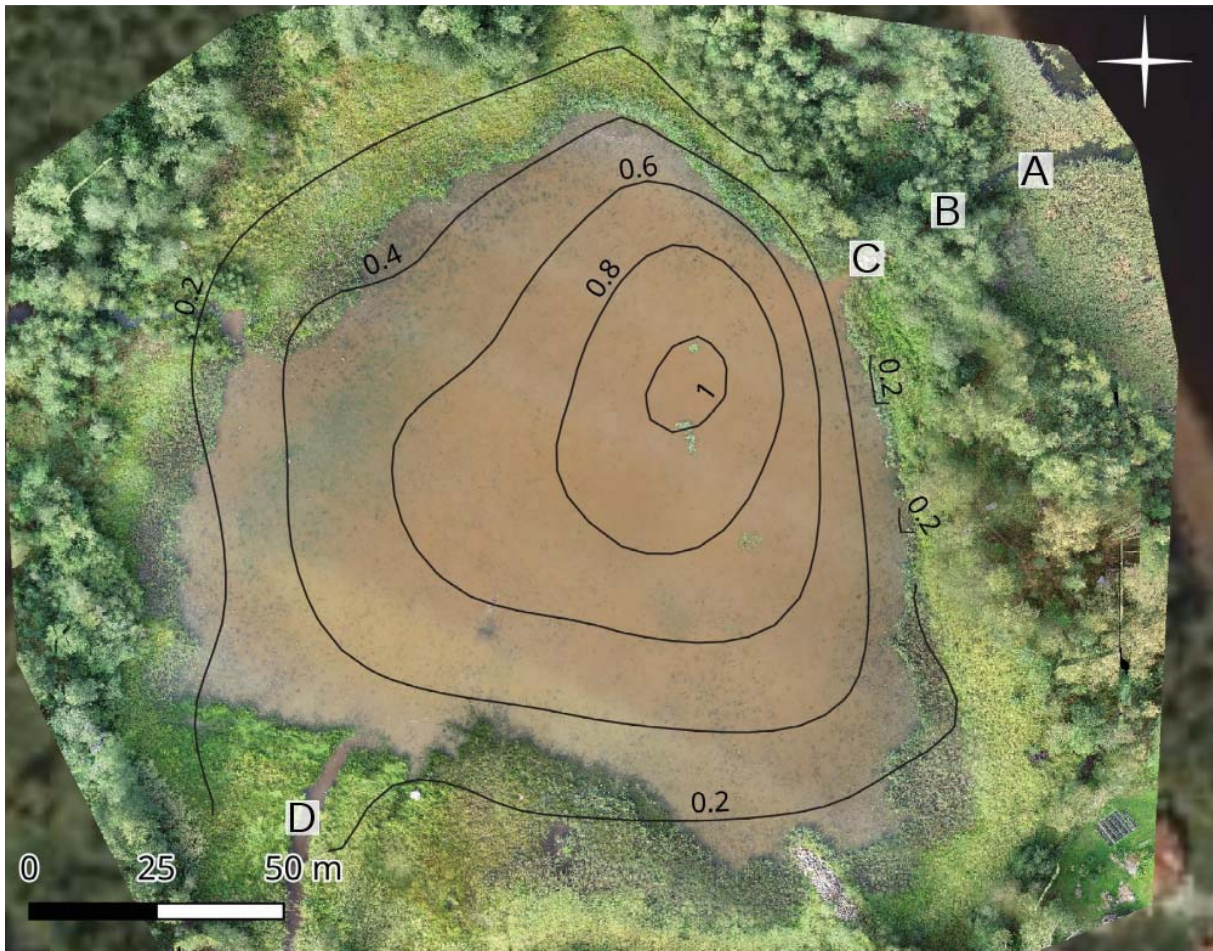
Taulukko 3. Käringsundista ajehaavipyynnin perusteella arvioidut keskimääräiset ulosvaeltavien poikasten määrät tunnissa eri pyyntipäivinä.

Päivämäärä	Ahvenen poikasia/h	Keskipituus (mm)
25.6.2018	112 128	32,1
29.6.2018	14 976	27,4
3.7.2018	2 937	29,3
6.7.2018	96	27,9

Käringsund on hyvä esimerkki luontaisesti hyvin ahvenen poikastuotantoalueena toimivasta kluuvista. Merestä pitkälle eriytynyt allas tarjoaa ahvenelle lämpötilaosuhteiltaan optimaalisen kutu- ja poikasalueen muuten hyvin suojattomalla ja kylmällä merialueella. Kluuvi on rehevä, mutta veden sameutuminen ei näyttäisi tuottavan siellä ongelmia runsaasta perustuotannosta huolimatta. Kluuvista löytyi vain yksittäinen hauen poikanen, joten se ei todennäköisesti tuota haukia kovin runsaasti. Tähän todennäköisesti vaikuttaa Käringsundin sijainti avoimella merialueella ja toisaalta myös puron mataluus, joka rajoittaa haukien nousumahdollisuutta ja altistaa ne kutunousun aikana lintujen predaatiolle. Hauen kutualustoiksi sopivia tulvaniittyjä esiintyy ja ruovikko- ja kaislikkokasvillisuutta on rantavyöhykkeessä kutualustaksi runsaasti. Myös uposkasvillisuutta kluuvissa esiintyy. Runsaan yhteyttämistoiminnan vaikutuksesta veden pH voi kuitenkin nousta korkeaksi. Uoma saattaa ajoittain kuivua, mutta jo pienet sateet riittävät nostamaan vedenpintaa uomassa niin, että poikaset pääsevät vaeltamaan merelle.

4.2. Funkorsjön -kluuvi, jonka uomaa kunnostettiin ja valuma-aluetta kasvatettiin

Funkorsjön sijaitsee Luodon kunnassa lämpimällä sisäsaaristoalueella. Ahvenen poikastiheydet olivat kesällä 2017 korkeat ja siksi kluuvia voidaan pitää tärkeänä ahvenen kutualueena. Kluuvista löydettiin myös hauen poikasia, joten se toimii myös hauen kutualueena. Allas on hyvin pieni ja enimmillään noin metrin syvyinen (kuva 11). Sen yhdistää mereen lyhyt, noin 25 m pitkä uoma.



Kuva 11. Funkorsjönin ilmakeku (Metsähallitus) ja syvyyskäyrät (Hynninen 2019). Kirjaimet ilmaisevat kuvan 12 valokuvien ottopaikat.

Uomaa ilmeisesti perataan säännöllisesti ja myös uoman suulle meren puolella on ruopattu ruovikon läpi kulkeva väylä (kuva 12 A). Uomaan on kasattu virtausta ohjaavia kiviä (kuva 12 B). Se kulkee metsikössä, eikä siinä ole juuri lainkaan kasvillisuutta. Uoma on noin 20 cm syvä, mutta syvyys vaihtelee vedenkorkeuden mukaan. Uoman yläpäähän on kasattu kiviä pieneksi, virtaamaa rajoittavaksi padoksi (kuva 12 C).



Kuva 12. Kuvia Funkorsjönin kluuvista kesältä 2018. Kuvienottopaikat näkyvät tarkemmin liitteen 1 kartassa. A) Uoman suulta merelle ruopattu väylä. B) Uoma kluuviin päin kuvattuna. C) Uoman yläpään kivistä rakennettu kynnyks. D) Yläpuolisesta kluuvijärvestä Funkorsjöniin laskeva oja. (Kuva: Mikko Hynninen)

Funkorsjön valuma-alue on suuri verrattuna sen pinta-alan (taulukko 1). Noin 67 % valuma-alueen pinta-alasta on metsää, noin 8 % peltomaata ja noin 8 % asutusta. Sisävesiä valuma-alueesta on noin 9 %. Valuma-alueen kokoa nostaa kohteen yläpuolella sijaitseva Sundetin kluuvijärvi, joka on yhteydessä Funkorsjöniin. Uoma kohteiden välillä on kaivettu kanaaliksi ja saattaa olla, että uoma olisi luontaisesti jo tähän päivään mennessä umpeutunut (kuva 12 D). Todennäköisesti kutukalat pääsevät halutessaan nousemaan uomaa pitkin myös Sundetiin asti.

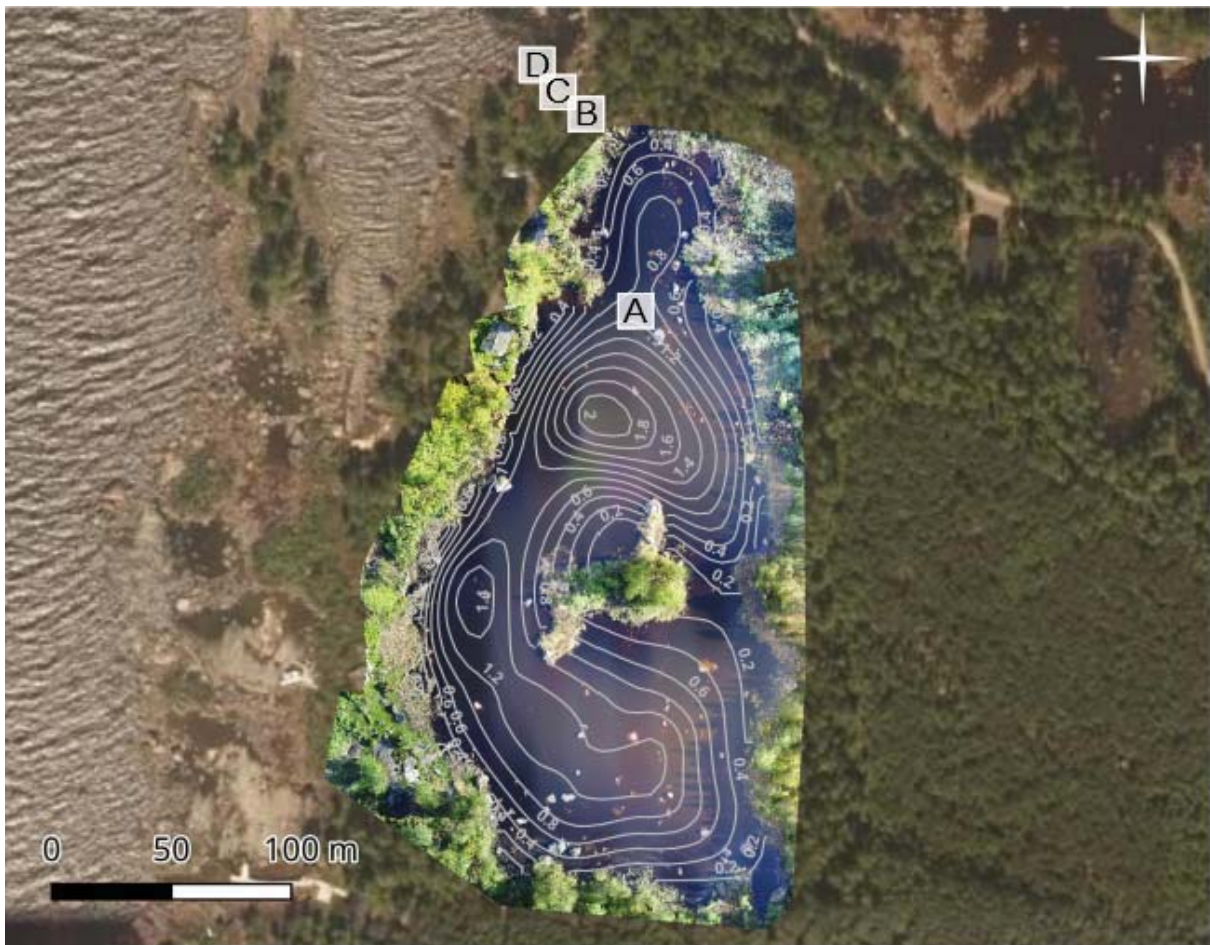
Kluuvi on muuttunut käytännössä jo täysin makeavetiseksi. Happamoitumisongelmia ei havaittu vuonna 2017, vaikka niitä on 1990-luvulla vielä ollut (Wistbacka ja Snickars 2000). Veden sameudesta ei pitäisi olla haittaa poikasille. Kasvillisuus peittää hieman yli 30 % kluuvin altaan pinta-alasta ja se koostuu lähinnä ruovikosta ja kaislikosta.

Funkorsjöniä voidaan pitää esimerkkinä onnistuneesta kunnostuksesta. Lämpötilaolosuhteet kluuvissa ovat ahvenen poikastuotannon kannalta optimaalisella tasolla, vaellusyhteytenä toimiva luonnonmukainen uoma on toimiva ja vedenlaatu on hyvä. Valuma-alue on suuri suhteessa fladan altaaseen ja yhteys yläpuoliseen vesistöön on auki, minkä ansiosta uoma pysyy todennäköisesti hyvin vesitettynä, lukuun ottamatta poikkeuksellisen lämpimiä ja sateettomia ajanjaksoja. Kutualustaksi sopivaa kasvillisuutta on todennäköisesti matalaranta-alueissa kluuvissa kevään aikana riittävästi.

4.3. Verkvikfladan -kluuvi, jossa tierumpu ei häiritse kalojen kulkua

Verkvikfladan (kuva 13) sijaitsee Mustasaaren kunnassa ulkosaaristoalueella, avoimen salmialueen reunalla. Lyhyehkö uoma kulkee tien ali tierummun sisällä. Kluuvin rannoilla on useita vapaa-ajan asuntoja. Ahvenen poikastihydet Verkvikfladanissa olivat Kvarken flada-hankkeessa tutkituista

seitsemästä kluuvista ja kluuvijärvestä korkeimmat (taulukko 2). Verkvikfladanin lämpötilaolosuhteet ovat ahvenen lisääntymiselle hyvin edulliset.



Kuva 13. Verkvikfladanin ilmakeku (Metsähallitus) ja syvyyssäyrät (Hynninen 2019). Kirjaimet ilmaisevat kuvan 14 valokuvien ottopaikat.

Kluuvin altaassa on runsaasti kivenlohkareita ja se on kluuviksi syvä (kuva 13 ja kuva 14 A). Mereen laskevan uoman pituus on vain noin 28 m. Uoma kulkee tiepenkan alla tierummussa, jonka pohjalle on aseteltu keskikokoisia kiviä tasaamaan virtausta (kuva 14 B). Tierumpu on uoman pohjan tasalla kluuvin puolella ja meren puolella noin 15 cm korkeudella uoman pohjasta. Uomaa on muokattu ainakin kiviä virtausohjureiksi asettamalla (kuva 14 C). Pohjassa on myös soraa, joka on todennäköisesti laitettu sinne umpeenkasvua estämään. Kluuvin puolella uomassa on jonkin verran ruovikkoa, mutta muuten sitä kasvaa pääosin uoman reunoilla. Uoma laskee suhteellisen avoimeen lahdelmaan, joka aukeaa avomerelle (kuva 14 D).

Vedenlaatuongelmia Verkvikfladanissa ei vuonna 2017 havaittu. Vesi on humuspitoisen tummaa, mutta sameus on hyvin alhainen. Suolaisuus on noin puolet merialueen vastaavasta, joten merivesi selkeästi nousee vielä ajoittain kluuviin asti. Veden pH oli lähes neutraali. Valuma alueen pinta-ala (30,8 ha) on noin kymmenkertainen verrattuna pelkkään altaan pinta-alaan (3 ha). Valuma-alueesta yli 80 % on metsää ja noin 4 % vapaa-ajanasutustaluetta. Ruovikkoa kasvaa lähinnä aivan altaan laitamilla ja suhteellisen pieninä määrinä. Myöskään uposkasvillisuutta ei kluuvista juuri löydy. Allas on suhteellisen karu ja siinä on kluuviksi paljon syvyyssvaihteluja. Länsiranta on kohtalaisen nopeasti syvenevä.

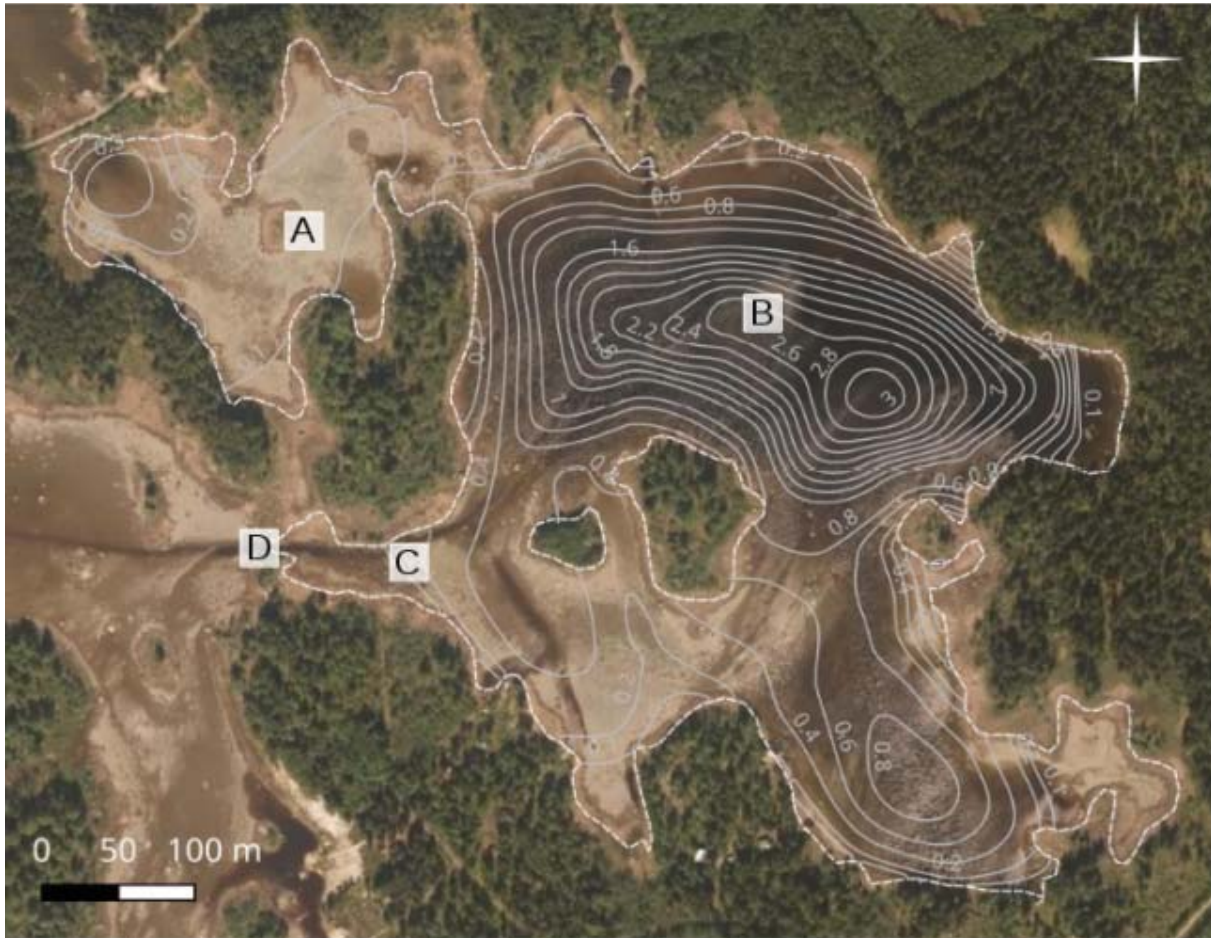


Kuva 14. Kuvia Verkvikfladanin kluuvista kesältä 2018. A) Fladan tummavetinen ja kivinen allas. B) Tierummun merenpuoleinen suuaukko. C) Uoman kuivilla olevaa pohjaa. D) Uoman aukeamislahti. (Kuvat: Mikko Hynninen)

Verkvikfladan tarjoaa ahvenelle keväällä nopeasti lämpenevän ja suojaisan kutualueen muuten kylmähköllä ja sääolosuhteille alttiilla alueella. Kluuvi on helposti saavutettavissa, sillä kunnostettu uoma on lyhyt ja esteetön. Tierumpu on asennettu oikein uoman alivedenkorkeuden tasolle kluuvipuolella, mutta hieman korkealle meren puolella. Uomaan asetellut kivet hidastavat virtausta ja tarjoavat vaihtelevia virtaamaolosuhteita nouseville kaloille. Altaassa on syvyysvaihteluja, sen vesi on tummuudestaan huolimatta kirkasta ja pH lähes neutraalilla tasolla. Kasvillisuutta on suhteellisen vähän, mutta muuten hyvissä olosuhteissa tämä ei näytä havaittavasti vaikeuttavan ahvenen tai hauen lisääntymistä kohteessa. Rantojen jyrkkyys saattaa vähentää kevättulvan alle jäävän kasvillisuuden pinta-alaa, mutta toisaalta suojata kehittyviä mätimunia kuivumiselta ehkäisemällä vedenpinnan nopeaa alentumista kutualustojen kohdalla.

4.4. Papposfladan – suuaukon ruoppaus voi toimia lämpimässä sisäsaaristossa

Papposfladan sijaitsee Mustasaaren Raippaluodossa Merenkurkun maailmanperintöalueella. Papposfladassa arvioitiin olevan Kvarken flada-hankkeessa vuonna 2017 tutkituista 34:stä kohteesta korkein ahvenpoikastiheys (taulukko 2). Hauen poikasia Papposfladasta löydettiin vasta vuonna 2019 tehdysä tarkemmassa kartoituksessa. Flada sijaitsee suhteellisen lämpimällä rannikkoalueella suojaisan lahtialueen perukassa. Kohde on pinta-alaltaan ja tilavuudeltaan fladaksi suuri. Luoteispuolella fladaa sijaitsee hyvin matala alue, joka erittäin alhaisella vedenkorkeudella jää täysin kuiville, mutta jossa vesi todennäköisesti lämpenee keväisin erittäin nopeasti (kuva 15, kuva 16 A). Kyseisen alueen luoteispäädyssä on tiepenkka, jonka alle on mahdollisesti jäänyt yksi fladan suuaukoista. Fladan pohjoisosa (kuva 16 B) on puolestaan syvimmillään yli kolme metriä pohjan madaltuessa fladan eteläpuolelle siirryttäessä.

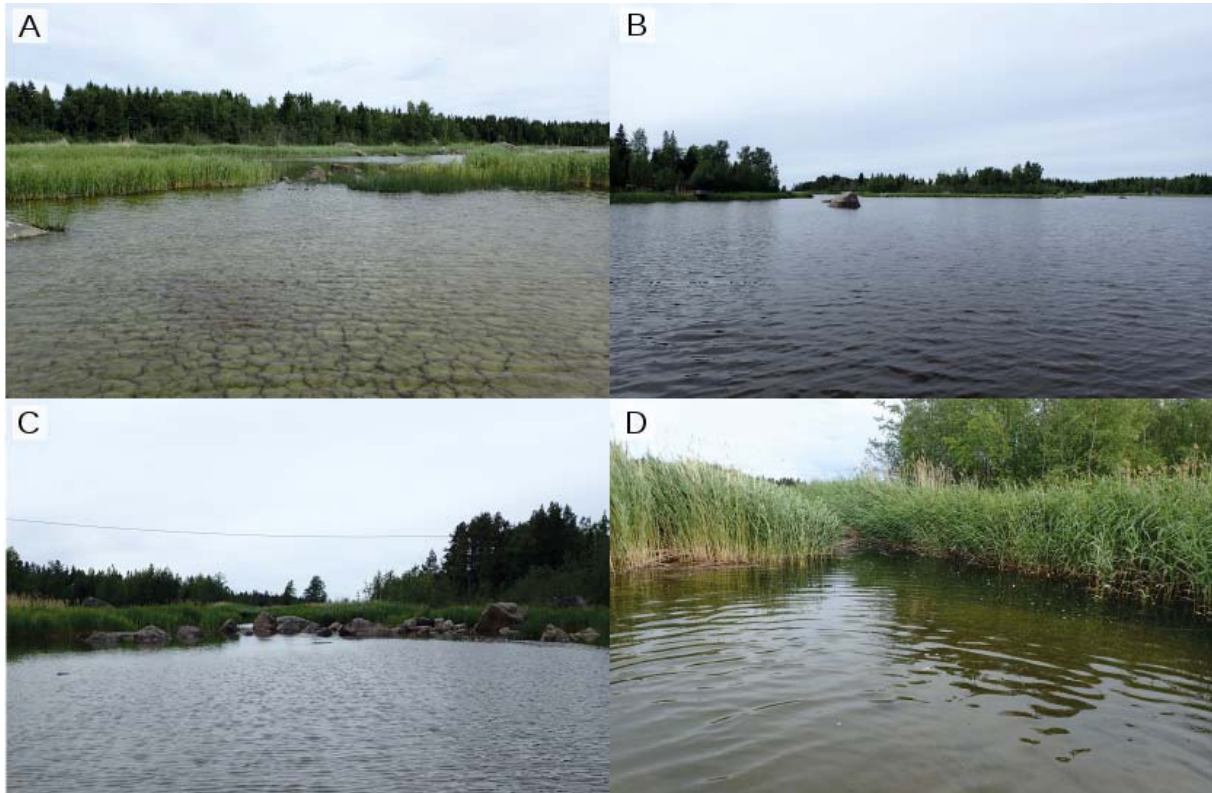


Kuva 15. Papposfladanin ilmakuva (MML - avoimet aineistot 2019) ja syvyyskäyrät (Hynninen 2019). Kirjaimet ilmaisevat kuvan 16 valokuvien ottopaikat.

Flada on yhteydessä mereen lounaisosassaan sijaitsevan noin metrin syvyisen ja muutaman metrin levyiseksi ruopatun suuaukon kautta (kuva 16 C ja D). Ruoppaus on osakaskunnan mukaan tehty 1990-luvun taitteessa. Fladan alueella on muutamia mökkejä, joiden rantoja on ruopattu. Ruoppaukset ovat todennäköisesti vanhoja, sillä nykyisin fladasta kulkuyhteys merelle on mataluuden vuoksi rajallinen. Flada olisi ilman ruoppauksia todennäköisesti luontaisesti kuroutunut merestä irti ja olisi nykyisin kluuvivaiheessa.

Vedenlaatu Papposfladanissa oli vuonna 2017 hyvä, eikä happamoitumis- tai sameusongelmia havaittu. Vesi fladassa oli kirkasta ja suolaisuuden perusteella merivesi pääsi fladaan esteettä. Valuma-alue on suhteellisen pieni ja sisältää lähinnä talousmetsää sekä vapaa-ajanasutusta ja niihin johtavia, päällystämättömiä teitä. Kasvillisuus rantavyöhykkeellä on lähinnä ruovikkoa ja kaislikkoa. Lisäksi fladassa on runsaasti uposkasvillisuutta, kuten näkinpartaisia ja vitoja. Kutualustoja aikuisille kaloille ja suoja- paikkoja poikasille on siis hyvin tarjolla.

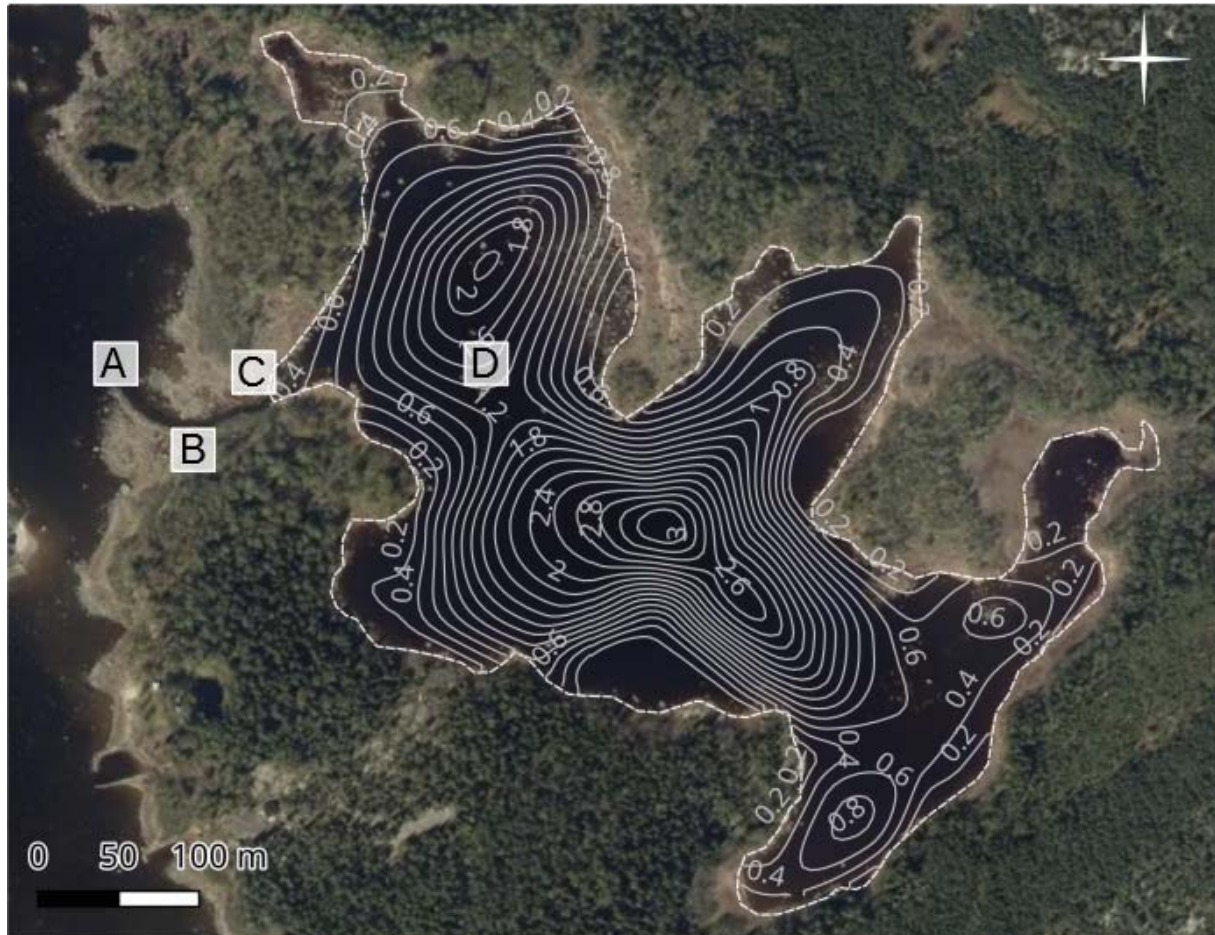
Papposfladassa yksinkertainen suuaukon aukaisu on ollut toimiva ratkaisu kalojen vaellusyhteyden ylläpitämiseksi. Flada sijaitsee hyvin suojaisella ja suhteellisen lämpimällä alueella ja se on pinta-altaan sekä tilavuudeltaan suuri. Erilaisia elinympäristöjä on tarjolla runsaasti ja poikasilla on mahdollisuus liikkua eri kehitysvaiheissaan kuhunkin parhaiten sopiville alueille. Luoteisosan matalat vedet lämpenevät todennäköisesti keväällä hyvin nopeasti, mutta vedenkorkeuden laskiessa poikasilla on mahdollisuus liikkua syvemmille alueille fladan sisällä. Veden vaihtuvuuden ja fladan suuren koon perusteella siinä saattaa elää myös paikallisia ahvenia. Hauen poikasten esiintymistä fladassa rajaa todennäköisesti sopivan rantakasvillisuuden vähyyys varsinkin matalan veden jaksoilla.



Kuva 16. Kuvia Papposfladanista kesältä 2018. A) Luoteisosan matalaa aluetta. B) Pohjoisosan syvää aluetta. C) Kuva fladan suuaukosta altaalta merellepäin kuvattuna. D) Ruopattu suuaukko, joka kulkee enää hyvin kapeana väylänä ruovikon keskellä. (Kuvat: Mikko Hynninen)

4.5. Stockö Storviken – ulkosaariston kluuvi, joka ruopattiin fladaksi

Storviken (kuva 17) sijaitsee karussa Luodon ulkosaaristossa. Muutamia pieniä välissä olevia saaria lukuun ottamatta fladan suuaukko avautuu lähes suoraan avomerelle (kuva 18 A). Fladaa on 1950-luvulla käytetty kalanviljelyyn ja silloin altaanpuoleiseen pätyyn on rakennettu pieni kivipato (Wikström 2004). Vielä 1980-luvulla Storviken on ollut yhteydessä mereen uoman kautta. Uoma on 1990-luvun alkupuolella kaivettu auki, koska se oli ajoittain kuivunut. Tämän oli uskottu haittaavan kutemaan nousevien kalojen kulkua, vaikkakaan minkäänlaisia esiselvityksiä asiasta ei ole tiettävästi tehty. Vuonna 2017 Kvarken flada -hankkeen näytteenotossa ahvenen poikasia löytyi kohteesta hyvin pieniä määriä. Hauen poikasia kohteesta ei saatu saaliiksi lainkaan vuonna 2017 ja seuraavana vuonna tehdyllä varmistuskäynnillä vain vähäisiä määriä.



Kuva 17. Storvikenin ilmakuva (MML -avoimet aineistot 2019) ja syvyysskäyrät (Hynninen 2019). Kirjaimet ilmaisevat kuvan 18 valokuvien ottopaikat.

Merestä fladaan johtaa syvimmillään noin metrin syvyinen ja noin 3-5 m leveä ruopattu kanava (kuva 18 B). Kanava päättyy suuaukkoon kivettyyn patoon ja kynnykseen, jossa syvyys on noin 60 cm (kuva 18 C). Kartoituspäivänä, merivedenvedenkorkeuden ollessa noin + 9 cm kävi fladaan sisään voimakas meriveden virtaus. Itse allas on paikoitellen hyvinkin syvä (yli 3 m) ja ruovikkokasvillisuutta on suhteellisen vähän (kuva 18D).

Vedenlaatu Storvikenissä on hyvä. Vesi on kirkasta, eikä happamoitumisongelmia ole. Suolaisuus viittaa siihen, että merivesi pääsee edelleen suhteellisen usein fladaan, mutta yhteys ei ole jatkuva. Valuma-alue suhteellisen pieni ja koostuu lähes ainoastaan metsästä, josta osa on metsätalouskäytössä. Metsäojia ei näy maanmittauslaitoksen maastokarttojen mukaan Strovikeniin laskevan. Osa Stockön saaresta, Storviken mukaan lukien on suojeltua.

Uoman aukaisu on käytännössä palauttanut Storvikenin kluuvista takaisin fladaksi. Kynnyksen jättäminen ennalleen on kuitenkin ehkäissyt hyvin vedenpinnan laskun fladan sisällä meriveden ollessa hyvin alhaalla. Kalojen vaellusyhteys on turvattu. Storviken on kuitenkin melko syvä ja pinta-alaltaan suuri flada, joka todennäköisesti tarjoaisi muuten paremmat olosuhteet ahvenelle ja hauelle kluuvina, mikäli uoma olisi maltillisemmin kunnostettu. Lämpötila todennäköisesti nousisi keväällä nopeammin, kun meriveden vaikutus fladassa jäisi vähäisemmäksi. Aleneva suolapitoisuus voisi huokutella paremmin myös haukea kutemaan ja vedenpintaa nostava kevään sulamisvesi voisivat tarjota sille runsaammin kutualustoja käytettäväksi.



Kuva 18. Kuvia Storvikenistä kesältä 2018. Tarkemmat kuvauspaikat löytyvät kuvasta 17. A) Suuaukon aukeamiskohta ja josta levittäytyy suhteellisen avoin merialue. B) Alkuperäisestä uomasta ruopattu syvä kanaali. C) Suuaukon fladanpuoleisessa päässä sijaitseva vanha kivipato, jossa on noin 60 cm syvä kynnyks. D) Fladan syvä ja suhteellisen karu allas. (Kuvat: Mikko Hynninen)

4.6. Flatskärsgrynnorna -flada, joka muutettiin keinotekoisesti kluuviksi

Flatskärsgrynnorna (kuva 19) sijaitsee Norrnäsin rannikolla, suhteellisen avoimella merialueella. Kohde on vuonna 1988 muutettu keinotekoisesti fladasta kluuviksi kasaamalla maa-aineksesta vallit fladan ja meren väliin (Wistbacka ja Snickars 2000). Entisen suuaukon kohdalle on rakennettu noin 20-50 cm leveä uoma, jonka pohjana on kivistä rakennettu kalaporras (Wikström 2004).

Kluuvi ja sen valuma-alue ovat pinta-alaltaan hyvin pieniä. Valuma-alueella on lähinnä talousmetsää. Kluuvin ja meren välissä sijaitsee matala flada, johon se on yhteydessä pienen uoman kautta. Ahvenen poikastihydet Flatskärsgrynnornassa olivat kesällä 2017 alhaiset verrattuna muihin tutkittuihin kluuveihin (taulukko 2). Hauen poikasia kluuvista ei saatu saaliiksi lainkaan.

Vesi kluuvissa on tummaa ja kesäisin runsaiden kasviplanktonkukintojen samentamaa. Allas itsessään on hyvin rehevä ja matala (keskisyvyys on noin 20 cm) (kuva 20 A). Happamoitumisongelmia tai epätavallisen korkeita pH-arvoja kluuvissa ei havaittu. Vesi kluuvissa ei ole vielä makeaa, joten merivesi ilmeisesti nousee ajoittain altaaseen asti. Lämpötilamittauksia kohteesta ei ole, mutta sen ominaisuudet huomioon ottaen kevään lämpösumman voidaan arvioida olevan hyvin korkea, ainakin yli 1450 päiväastetta.

Kunnostus Flatskärsgrynnornassa vaikuttaisi olevan hyvin toteutettu. Uoma on luonnonmukainen ja mitoitukseltaan sopiva. Suistoalueelle kaivettu lampi ja mutkittava rakenne tasaavat todennäköi-

sesti hyvin virtaamavaihteluita ja auttavat näin pitämään uoman vesitettynä ahvenen lisääntymisen kannalta kriittisinä ajankohtina (kuva 20 B ja C). Vaellusyhteyttä saattaa haitata runsas ruovikkokasvillisuus uomassa, mikäli sitä ei ennen kevään kutuaikaa niitetä pois. Ilman patoamista kluuvi olisi todennäköisesti jo luontaisesti hävinnyt, kun otetaan huomioon sen mataluus ja korkeus merenpinnasta.



Kuva 19. Flatskärsgrännan ilmakekuva (MML -avoimet aineistot 2019) ja syvyyskäyrät (Hynninen 2019). Kirjaimet kertovat kuvan 20 valokuvien ottopaikat.

Kluuvin allas on kuitenkin hyvin matala ja rehevä. Rehevydestä johtuva sameus saattaa haitata poikasten saalistusta kluuvissa. Veden lämpötilavaihtelut voivat olla tilavuudeltaan hyvin pienessä altaassa huomattavia. Myös liian korkeat lämpötilat saattavat aiheuttaa poikaskuolleisuutta, sillä poikasilla ei ole mahdollisuutta paeta syvempiin ja viileämpiin vesiin (Hokanson 1973). Maastohavaintojen perusteella näyttäisi, että onnistuneelta vaikuttavasta kunnostuksesta huolimatta kluuvi toimii lähinnä särkikalojen kutualueena.



Kuva 20. Kuvia Flatskärsgrännan kluuvista. Tarkemmat kuvienottopaikat löytyvät kuvasta 19. A) Kluuvin allas. B) Uomaan kaivettu pieni lampi. C) Uoman alaosa, joka suojattu yläpuolelta metalliverkolla. (Kuvat: Mikko Hynninen)

On otettava huomioon, että kyseisen kaltainen kunnostusmenetelmä olisi nykyisen vesilain mukaan laitton. Ei ole myöskään tietoa siitä, kuinka aiemmin paikalla sijaitseva flada on toiminut kutualueena ja miten sen luonnollinen kehitys olisi edennyt. Kluuvi on kuitenkin huomattavan matala, joten ilman kunnostustoimenpiteitä se saattaisi olla jo kasvanut umpeen ja hävinnyt kokonaan. Kunnostuksella on siis todennäköisesti hankittu kohteelle lisää aikaa toimia kutualueena, vaikka sen ominaisuudet eivät olekaan enää nykyään ahvenen tai hauen kutu- ja poikasalueena toimisen kannalta parhaat mahdolliset. Vuonna 2019 toteutetussa hauen poikasten esiintymisen lisäkartoituksessa haukia ei kluuvista tavattu. Pääsääntöisesti kluuvista jäi haaviin särkikalan poikasia sekä vähäisissä määrin ahvenen poikasia.

5. Kunnostusten toteuttamisesta

Fladan, kluuvin tai kluuvijärven kunnostaminen on kalataloudellisesta näkökulmasta perusteltua silloin, kun kohteen poikastuotannon arvellaan heikentyneen joko ihmistoiminnan vaikutuksesta tai luontaisista syistä. Syitä saattavat olla esimerkiksi suojaisuuden ja kevätlämpötilojen lasku suuaukon ruoppauksen seurauksena, happamoituminen metsäojitusten vaikutuksesta tai vaellusyhteyden heikentyminen maankohoamisen ja umpeenkasvun seurauksena. Suoria vaikutuksia kevätkutuisten kalojen lisääntymiseen on etenkin maankohoamisen kaltaisten, hitaasti etenevien prosessien seurauksena vaikea arvioida luotettavasti lyhyellä aikavälillä. Siksi huolen herätessä onkin syytä selvittää kutualueena toimivan kohteen poikastuotannon nykytilanne ja siihen vaikuttavat seikat huolellisesti. Parhaaseen tulokseen päästään kohteissa, joissa kutevaa kalakantaa on vielä jäljellä.

Poikastuotannon palauttaminen kohteisiin, joista se on jo ehtinyt hävitä voi olla hyvin haastavaa ja saattaa edellyttää erilaisia tukitoimia, kuten kutukalojen siirtoja tai istutustoimenpiteitä. Ahven ja hauki ovat molemmat hyvin paikallisia ja usein myös kutupaikkauskollisia (Böhling & Lehtonen 1984; Engstedt ym. 2015; Kåras & Hudd 1993). Siksi kutukalojen palaamisen todennäköisyys ja nopeus uusiin kunnostettuihin kohteisiin riippuu myös alueellisten kantojen koosta. Toimivaksi kunnostetulla poikastuotantoalueella voi olla suuri merkitys alueellisille kalakannoille, mikäli niiden elinedellytykset alueella ovat myös aikuisille kaloille riittävät. Tähän vaikuttavat mm. mahdollisten syönnösalueiden määrä ja laatu läheisillä merialueilla sekä myös kalastuspaine.

Kunnostuksissa on huomioitava kohteen kehitysvaiheen erityispiirteet. Kun kohteen yhteys mereen maankohoamisen myötä heikkenee, muuttuvat usein myös poikastuotannon kannalta tärkeimpiä ominaisuuksia määrittelevät tekijät, kuten lämpötilaolosuhteet, vedenlaatu ja vaellusyhteyden avoimuus. Kohteiden kunnostuksissa muodostuu siksi erityisen tärkeäksi huolellinen ennakkosuunnittelu esiselvityksineen. Fladat, kluuvit ja kluuvijärvet ovat usein suhteellisen pieniä ja herkkiä ympäristöjä, joissa väärin kohdennetut ja mitoitettut toimenpiteet saattavat aiheuttaa epähaluttuja muutoksia. Tällöin tavoitteisiin pääseminen vaikeutuu ja täyttä hyötyä kunnostuksista ei saavuteta. Pahimmassa tapauksessa kohteen poikastuotantoa voidaan jopa heikentää entisestään, esimerkiksi fladan lämpötilaolosuhteita tai kluuvin uoman virtaamaolosuhteita heikentämällä.

Jotta kunnostukset voidaan toteuttaa parhaalla mahdollisella tavalla, on koko kunnostusprosessia tarpeellista tarkastella sen keskeisiin vaiheisiin jaoteltuna (kuva 21). Järvien ja virtavesien tapauksessa kunnostuksista on olemassa hyviä kotimaisia oppaita, joissa näihin paneudutaan huomattavasti syvemmin, kuin tämän raportin pohjalta on mahdollista (esim. Eloranta 2010; Ulvi & Laakso 2005). Monet tässä osiossa käsitellyt asiat pohjaavat kyseisiin teoksiin. Seuraavana esitellään kunnostusprosessin keskeiset vaiheet lyhennetysti ja flada- kluuvi- ja kluuvijärvikunnostuksiin sovellettuina.

Kunnostusprosessi rannikolla



Kuva 21. Kunnostusprosessin kulku vaiheittain kuvattuna.

Esiselvitykset, tavoitteet ja toimenpiteiden suunnittelu

Ensimmäisenä kunnostuksen suunnittelussa on tarpeellista selvittää kalojen kutumahdollisuuksien ja poikastuotannon nykytilanne yhdessä niihin haitallisesti vaikuttavien tekijöiden kanssa. Poikastuotannon tutkimiseen voidaan käyttää esim. kutukalojen pyyntiä, mätihavainnointia tai poikaspöytä (kuva 22). Kutualueen olosuhteita voidaan selvittää lämpötilaseurannalla, vedenlaatumittauksin, vaellusyhteyden kartoituksilla sekä lisäksi mahdollisten kutualustojen ja poikasalueiden kartoituksilla. Vaellusyhteyden toimivuutta arvioidaan keväällä kutuaikaan, joka ajoittuu ahvenella- ja hauella huhti-kesäkuuhun, sekä poikasten alasvaellusaikaan kesäkuun lopusta alkaen. Vedenlaatutekijöitä, kuten pH:ta, seurataan erityisesti keväällä kevättulvien aikaan sekä kesällä poikasten kuoriutumisen jälkeen. Lämpötilaolosuhteiden kehitystä voidaan seurata kutuajan alusta kesän loppuun asti. Sopivien kutualustojen määrää, kuten kasvillisuutta (esimerkiksi järviruoko ja uposkasvillisuus), voidaan kartoittaa keväällä ennen kutuajan alkamista ja kudun aikana.



Kuva 22. Ulosvaeltavien ahvenenpoikasten määrää arvioitiin ajehaavipyynnillä Käringsundin kluuvissa kesällä 2018. (Kuva: Mikko Hynninen)

Kunnostuksen tavoitteet asetetaan havaittujen ongelmakohtien pohjalta. Pää tavoitteena voi olla esimerkiksi ahvenen ja hauen poikastuotannon edellytysten parantaminen vaellusyhteyttä parantamalla. Tarkempi tavoite voi olla esimerkiksi vaellusesteenä toimivan kasvillisuuden poisto kalojen kulkuväylältä. Tavoitteita valittaessa tulee ottaa huomioon käytettävissä olevat voimavarat ja tavoitteiden yleinen hyväksyttävyyys ja lainmukaisuus. Kunnostuksen tavoitteiden toteutuminen tulee olla jälkikäteen arvoitavissa jollain käyttökelpoisella asteikolla ja ne tulee kirjata kunnostussuunnitelmaan mahdollisimman selkeästi.

Toimenpiteet valitaan asetettujen tavoitteiden pohjalta. Fladojen, kluuvien ja kluuvijärvien kunnostuksissa on hyvä noudattaa aina ns. varovaisuusperiaatetta. Tämä tarkoittaa sitä, että toimenpiteet valitaan niin, että haluttu vaikutus saavutetaan mahdollisimman pienillä muutoksilla kohteen nykytilaan. Tällöin vähennetään myös riskiä toimenpiteiden aiheuttamille epätoivotuille vaikutuksille kohteessa (taulukko 4). Toimenpiteiden suunnittelussa tulee huomioida myös kohteen luonto-, maisema- ja virkistyselliset arvot sekä lainsäädännön asettamat vaatimukset ja rajoitteet. Joissain kohteissa toimenpiteeksi saattavat riittää esimerkiksi yksinkertainen kulkuesteiden poisto tai turojen tarjoaminen kutualustoiksi.

Mittavammissa ja koneellista voimaa vaativissa toimenpiteissä kuten uoman kaivamisessa tai patorakenteiden rakentamisessa riskien määrä kasvaa. Esimerkiksi kluuveissa ja kluuvijärvissä uoman vesitykseen ja altaan pinnankorkeuteen liittyviä vaikutuksia voidaan arvoida myös laskennallisin menetelmin. Tässä tarvitaan kuitenkin jo asiantuntijan, kuten hydrologin apua. Mallina halutulle lopputulokselle voidaan käyttää myös lähialueelta löytyvää mahdollisimman samankaltaista vertailukohtetta, jossa poikastuotanto toimii hyvin. Poikastuotantotietojen kerääminen edellyttää alueella tehtäviä erillisiä selvityksiä, ellei soveltuvaa aiempaa kartoitus- tai mallinnustietoa ole saatavilla.

Taulukko 4. Esimerkkejä erilaisten kunnostustoimenpiteiden mahdollisista lisävaikutuksista.

Tavoite	Toimenpide	Mahdolliset lisävaikutukset
Lämpötila- ja suojaisuusolosuhteiden parantaminen	Fladan patoaminen ja muut- taminen kluuviksi	Vaellusyhteyden heikentyminen, ve- denlaadun heikentyminen
Vaellusyhteyden parantaminen	Uoman perkaus	Virtausvastuksen muutos, kynnyksen madaltuminen jne. → Uoman virtaa- man ja altaan vedenkorkeuden muu- tokset
	Suuaukon ruoppaus	Lämpötilaolosuhteiden heikentyminen erityisesti uloimmilla rannikkoalueilla. Vedenkorkeuden ja vedenlaadun muu- tokset
Vedenlaadun parantaminen	Happamoitavaa valumaa tuottavien metsäojien tukki- minen	Valunnan muutokset → Uoman vir- taaman ja altaan vedenkorkeuden muutokset
	Kalkitseminen	Rehevöityminen ja särkikalakannan kasvu

Luvat, rahoitus ja yhteistyökumppanit

Kunnostustoimenpiteitä suunniteltaessa on otettava huomioon asiaan liittyvä lainsäädäntö. Vesistöis-
sä kunnostustoimenpiteitä säätelee ensisijaisesti vesilaki. Lisäksi hankkeen toteuttamiseen saattavat
vaikuttaa esimerkiksi luonnon- ja ympäristönsuojelulaki, kalastuslaki, tai maankäyttö- ja rakennuslaki.
Neuvoja ja opastusta lupien hakemiseen kannattaa kysyä ensisijaisesti oman kunnan ympäristönsuo-
jeluviranomaiselta tai rakennusvalvojalta. Lupaneuvontaa tarjoavat myös ELY-keskukset ja Aluehallin-
tovirasto. Vesilain mukaan alle 10 ha kokoisten fladojen tai kluuvijärvien luonnontilan vaarantaminen
on kielletty (27.5.2011/587 11 §). Tästä poikkeamiseen tarvitaan lupaviranomaisen (Aluehallintovi-
rasto) myöntämä erityislupa.

Lupa tarvitaan myös silloin, kun hankeessa muutetaan vedenkorkeutta tai virtaamaa, mikä on usein
kluuvien ja kluuvijärvien kunnostusten tavoitteena. Lupa tarvitaan myös mikäli toimenpiteet aiheut-
tavat kalojen kululle tai vesiliikenteelle haittaa, toimenpiteissä käytetään kemikaalikäsittelyä tai suo-
ritetaan yli 500 m³ ruoppauksia. Lupaa saatetaan tarvita myös, mikäli kunnostus aiheuttaa merkittä-
vää maisemallista haittaa tai heikentää kohteen virkistysominaisuuksia. Luvan voi hakea sähköisesti
ELY-keskuksen ruoppaus- ja niittoilmoituksella (<https://www.ely-keskus.fi/web/ely/lomakkeet-ymparisto>), mutta sen yhteyteen tarvitaan myös kuvaus ja suunnitelma toteutettavasta työstä. Ym-
päristöviranomainen voi tarvittaessa asettaa kunnostukselle lisärajoituksia. Viranomaislupan lisäksi

tarvitaan aina vesialueen omistajan lupa ja joissain tapauksissa myös rannan omistajan lupa. Luvat on syytä pyytää kirjallisena mahdollisten epäselvyyksien välttämiseksi.

Mahdollisten yhteistyökumppanien kartoittaminen kannattaa aloittaa jo varhaisessa vaiheessa kunnostuksen suunnittelua, kunhan projektin suuntaviivat ovat selvillä. Oma kalatalousalue on tärkeimpiä yhteistyökumppaneita kalataloudellisissa kunnostuksissa ja voi parhaimmillaan tarjota asiantuntija- ja apua kunnostusten suunnitteluun ja toteutukseen. Kunnostukset toteutetaan useimmiten talkootyönä, mikä on osallistava ja kustannustehokas toimintatapa. Talkootyöläisiä saadaan usein paikallisesta osakaskunnasta ja esimerkiksi kunnostuskohteen lähialueella asuvista tai vapaa-ajan asunnon omistavista asiasta kiinnostuneista asukkaista. Yrityksillä saattaa myös olla kiinnostusta tukea kunnostuksia esimerkiksi materiaalilahjoituksin tai välineitä lainaamalla. Myös ympäristöalan opetusta tarjoavat oppilaitokset saattavat olla mahdollisia yhteistyökumppaneita kunnostuksissa.

Kunnostuksen kustannukset koostuvat usein materiaaleista, välineiden ja työkoneiden kustannuksista, tiedottamisesta ja ruoka-, sekä majoituskuluista. Kustannuksia nostavat ammattilaisten, kuten kaivinkoneen kuljettajan palkkaus. Kustannuksista on laadittava etukäteen eritelty arvio, jossa rahaa on varattu myös yllättäviin lisäkustannuksiin. Kustannusarvio on tarpeellinen myös rahoitusta haettaessa. EU:n tarjoamia avustuksia ja valtionavustuksia vesistö- ja kalataloushankkeisiin hallinnoivat ELY-keskukset. Tuettavia kalataloudellisia kunnostuksia ovat hankkeet, joissa pyritään edistämään kalojen kulkua, kalakantojen luontaista lisääntymistä tai parantamaan mahdollisuuksia kestäväan kalastukseen.

Valtionavustusta voidaan myöntää suunnittelu-, toteutus- ja hallinnointikustannuksiin sekä lupamaksuihin ja muihin sääntelykustannuksiin. Pääsääntöisesti avustus voi kattaa korkeintaan puolet hankkeen kokonaiskustannuksista. Talkootyönä tehtävissä hankkeissa avustusta voidaan myöntää myös talkootyöntekijöiden tai moottorityökoneen työtuntien perusteella. Muita rahoituslähteitä voivat olla esimerkiksi kuntarahat, joita myönnetään useita hyödynsääjiä auttaviin kehittämishankkeisiin kattavan yleensä noin 20 % kokonaiskustannuksista. Kuntarahaa voi hakea hankkeen toteuttamiskunnan kautta. Lisäksi mahdollisia rahoituslähteitä voivat olla esimerkiksi säätiöiden tai tukiyhteisöjen vesistö- ja kalatalouskunnostuksiin myöntämät apurahat.

Kunnostusten toteutus ja jälkiseuranta

Toteutusvaiheessa kunnostussuunnitelma pannaan käytäntöön. Usein joudutaan kuitenkin tekemään kompromisseja ja muuttamaan tai jopa hylkäämään joitain suunniteltuja toimenpiteitä. Tähänkin voidaan kuitenkin varautua ainakin osittain myös suunnitteluvaiheessa. Fladoissa ja kluuveissa varomaton työskentely voi aiheuttaa suuriakin epätoivottuja vaikutuksia, etenkin kun toimenpiteet kohdistuvat suuaukon- ja uoman alueelle. Siksi toimenpiteitä toteutettaessa on hyvä noudattaa erityistä varovaisuutta ja huolellisuutta. Myös kunnostustoimenpiteiden toteutukseen liittyvät käytännön asiat on hyvä suunnitella etukäteen huolellisesti. Talkootyöläiset ja myös mahdollisesti työhön palkatut työntekijät tarvitsevat aina kohteen toteutuksesta vastaavien henkilöiden ohjeistusta ja toimenpiteiden toteuttamisen valvontaa. Kunnostuksen tavoitteet, toimintavat ja aikataulutus on hyvä selvittää jokaisena toteutuspäivänä kaikille kunnostukseen osallistuville ennen töiden aloittamista.

Jälkiseurantavaiheessa kunnostuksen vaikutuksia seurataan ja sen tavoitteiden täyttymistä arvioidaan. Näin kunnostustoimenpiteitä voidaan tarvittaessa jälkikorjata, mikä ei ole lainkaan tavatonta vesistö-kunnostuksissa. Poikasalueen kunnossapito saattaa vaatia myös jatkuvaa ylläpitoa, kuten esimerkiksi vuosittaista kasvillisuuden poistoa tai padotuissa kohteissa vedenkorkeuden ja vaellusmahdollisuuksien säätelyä. Jälkiseurantamenetelmien tulisi vastata ennen kunnostusta toteutetussa nykytilan arvioinnissa käytettyjä menetelmiä. Tällöin saadaan vertailukelpoista aineistoa, jolla kunnostustoimenpiteiden vaikuttavuus voidaan luotettavasti arvioida. Jälkiseurantaa tulisi jatkaa tarpeeksi kauan, jotta kunnostuksen vaikutukset tulevat kunnolla näkyviin. Erityisesti alueilla, joissa on muu-

tenkin harva ahven- tai haukikanta, voi poikastuotannon palautuminen kestää pitkään. On huomattava, että ahvenella ja hauella sukukypsyyssikään kasvaminen kestää noin 4-6 vuotta. Kunnostusten vaikutus näkyy kalakannassa siten vasta useiden vuosien viiveellä. Samaan aikaan kalojen lisääntymistulokseen vaikuttavat muutkin tekijät, kuten vuosien väliset erot kevään ja kesän lämpötiloissa.

Huolellisesti toteutettuun esiselvitykseen pohjautuva ja hyvin dokumentoitu seurantatieto antaa myös arvokasta tietoa erilaisten kunnostusten toimivuudesta erityyppisissä kohteissa. Tälle tiedolle on tulevaisuudessa tarvetta lisääntymisalueiden kunnostustarpeiden kasvaessa.

6. Kiitokset

Kiitokset Sanna Kuninkaalle kommentoinnista ja korjausehdotuksista. Kiitos myös FLAG Ostrobothnia / Kustaktionsgruppen Aktion Österbottenin Jonas Haraldille taustatiedoista ja valokuvista, sekä Österbottens Fiskarförbundenin Claes Björkhalmille osakakaskunnilta saaduista kunnostustiedoista. Paju Ylämaalle kiitokset raportin oikoluvusta. Lisäksi kiitokset kaikille Kvarken flada ja Rannikon kutu-aluekunnostukset -hankkeisiin osallistuneille ja muille tämän raportin mahdollistaneille tahoille.

Viitteet

- Beklioglu M. & Moss B. 1995. The Impact of Ph on Interactions Among Phytoplankton Algae, Zooplankton and Perch (*Perca-Fluviatilis*) in a Shallow, Fertile Lake. *Freshwater Biology* 33: 497–509.
- Bergek S., Sundblad G. & Björklund M. 2010. Population differentiation in perch *Perca fluviatilis*: Environmental effects on gene flow? *Journal of Fish Biology* 76: 1159–1172.
- Bergström U., Olsson J., Casini M., Eriksson B.K., Fredriksson R., Wennhage H. & Appelberg M. 2015. Stickleback increase in the Baltic Sea - A thorny issue for coastal predatory fish. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 163: 134–142.
- Bry C. 2013. Role of vegetation in the life cycle of pike. *Pike*: 45–67.
- Byström P., Bergström U., Hjalten A., Ståhl S., Jonsson D. & Olsson J. 2015. Declining coastal piscivore populations in the Baltic Sea: Where and when do sticklebacks matter? *Ambio* 44: 462–471.
- Böhling P. & Lehtonen H. 1985. Effect of environmental factors on migrations of perch (*Perca fluviatilis* L.) tagged in the coastal waters of Finland. *Finnish Fisheries Research* 5: 31–40.
- Cerny K. & Pivnicka K. Abundance and mortality of the perch fry (*Perca fluviatilis*, Linnaeus 1758) 1973 in the Klicava Reservoir. *Vest.Cesk.Spol.Zool.*, 37(1): 1-13
- Eerola, Jenny 2014. Pienvesien entisöinti ja suojele. Lopputyö. Tekniikan yksikkö, Vaasan ammattikorkeakoulu.
- Eloranta A. 2010. Virtavesien kunnostus. Helsinki: Kalatalouden keskusliitto.
- Engstedt O., Engkvist R. & Larsson P. 2014. Elemental fingerprinting in otoliths reveals natal homing of anadromous Baltic Sea pike (*Esox lucius* L.). *Ecology of Freshwater Fish* 23: 313–321.
- Engstedt O., Stenroth P., Larsson P., Ljunggren L. & Elfman M. 2010. Assessment of natal origin of pike (*Esox lucius*) in the Baltic Sea using Sr: Ca in otoliths. *Environmental Biology of Fishes* 89: 547–555.
- Engström-Öst, J. & Mattila, J. Foraging, growth and habitat choice in turbid water: an experimental study with fish larvae in the Baltic Sea. *Marine Ecology Progress Series* 359: 275–281.
- Engström-Öst J., Lehtiniemi M., Jónasdóttir S.H. & Viitasalo M. 2005. Growth of pike larvae (*Esox lucius*) under different conditions of food quality and salinity. *Ecology of Freshwater Fish* 14: 385–393.
- Farrell J.M., Mead J. V. & Murry B.A. 2006. Protracted spawning of St Lawrence River northern pike (*Esox lucius*): Simulated effects on survival, growth, and production. *Ecology of Freshwater Fish* 15: 169–179.
- Frost B.Y.W.E. & Kipling C. 2019. A Study of Reproduction , Early Life , Weight-Length Relationship and Growth of Pike , *Esox lucius* L . , in Windermere Author (s) : Winifred E . Frost and Charlotte Kipling Source : *Journal of Animal Ecology* , Vol . 36 , No . 3 (Oct . , 1967) , pp . 651-6. 36: 651–693.
- Granqvist M. & Mattila J. 2004. The effects of turbidity and light intensity on the consumption of mysids by juvenile perch (*Perca fluviatilis* L.). *Hydrobiologia* 514: 93–101.
- Guma'a S.A. 1978. The effects of temperature on the development and mortality of eggs of perch, *Perca fluviatilis*. *Freshwater Biology* 8: 221–227.
- Hassler, Thomas J. 1982. Effect of temperature on survival of northern pike embryos and yolk-sac larvae. *The Progressive Fish-Culturist*, 44(4), 174–178.
- Heermann L., Eriksson L.O., Magnhagen C. & Borchertding J. 2009. Size-dependent energy storage and winter mortality of perch. *Ecology of Freshwater Fish* 18: 560–571.
- HELCOM. 2013. Red list of biotopes.
- Hergenrader, G.L. & Hasler, A.D. 1967. Seasonal changes in swimming rates of yellow perch in Lake Mendota as measured by Sonar. 1967 *Transactions of American Fisheries Society*, 96: 373–82.
- Hilden M. & Hirvi J. P. 1987. The survival of larval perch, *Perca fluviatilis* L., under different combinations of acidity and duration of acid conditions, analyzed with generalized linear model. *Journal of Fish Biology*, 30(6), 667–677.

- Hokanson K.E.F., McCormick J.H., Jones B.R., Hokanson K.E.F., McCormick J.H., Jones B.R., Pike N., Linnaeus E., Hokanson K.E.F., Howard J. & Jones R. 1973. Temperature Requirements for Embryos and Larvae of the Northern Pike, *Esox lucius* (Linnaeus). 102: 89–100.
- Hudd R., Kjellman J. & Urho L. 1996. The increase of coincidence in relative year class strengths of coastal perch (*Perca fluviatilis* L.) stocks in the Baltic Sea. *Annales Zoologici Fennici* 33: 383–387.
- Hynninen M. (2019). Merenkurkun fladojen, kluuvien ja kluuvijärvien morfologia, lämpötilaolosuhteet, sekä muut ahvenen (*Perca fluviatilis* L.) poikastiheyksiin vaikuttavat ympäristötekijät. Pro gradu -tutkielma. Ekosysteemit- ja ympäristö -tutkimusohjelma. Helsingin yliopisto.
- Härmä M., Auvinen H. & Hudd R. 2008. Kunnostettujen mataloituneiden merenlahtien kalanpoikasyhteisöt. Riista- ja kalatalous -selvityksiä 16.
- Härmä M., Lappalainen A., & Urho L. (2008). Reproduction areas of roach (*Rutilus rutilus*) in the northern Baltic Sea: potential effects of climate change. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 65(12), 2678–2688.
- Jäger T., Nellen W., Schöfer W., and Shodjai F. 1981. Influence of salinity and temperature on early life stages of *Coregonus albula*, *C. lavaretus*, *R. rutilus* and *L. lota*. *Rapp. P.-V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer*, 178: 345–348.
- Jormola J., Harjula H., & Sarvilinna A. 2003. Luonnonmukainen vesirakentaminen. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. s. 102–106.
- Kallasvuori, M., Vanhatalo, J., & Veneranta, L. (2016). Modeling the spatial distribution of larval fish abundance provides essential information for management. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 74(5), 636–649.
- Karås P. 1996. Basic abiotic conditions for production of perch (*Perca fluviatilis* L.) young-of-the-year in the Gulf of Bothnia. *Annales Zoologici Fennici* 33: 371–381.
- Karås P. & Hudd R. 1993. Reproduction areas of fresh-water fish in the northern Quark (Gulf of Bothnia). *Aqua Fennica* 23: 39–49.
- Karås P. & Lehtonen H. Pattern of Movement and Migration of Pike (*Esox lucius* L.) in the Baltic Sea. *Nordic Journal of Freshwater Research* 68: 72–79.
- Katopodis C., Derksen A.J. & Christiansen B.L. 1991. Assessment of two Denil fishways for passage of freshwater species. In: *Fisheries Bioengineering Symposium: American Fisheries Society Symposium* 10, s. 306.
- Klinkhardt M.B. & Winkler H.M. 1989. Einfluss der Salinität auf die Befruchtungs- und Entwicklungsfähigkeit der Eier von vier Süßwasserfischarten Plötz (*Rutilus rutilus*), Barsch (*Perca fluviatilis*), Kaulbarsch (*Gymnocephalus cernua*) und Zander (*Stizostedion lucioperca*). [Effect of salinity on the fertilization and ontogeny of the eggs of four fresh water fish species roach (*Rutilus rutilus*), perch (*Perca fluviatilis*), ruff (*Gymnocephalus cernua*) and pikeperch (*Stizostedion lucioperca*).] *Wiss. Z. Univ. Rostock, N-Reihe*, 38(5): 23–30. [In German.]
- Knaepkens G., Baekelandt K. & Eens M. 2006. Fish pass effectiveness for bullhead (*Cottus gobio*), perch (*Perca fluviatilis*) and roach (*Rutilus rutilus*) in a regulated lowland river. *Ecology of Freshwater Fish* 15: 20–29.
- Koed A., Balleby K., Mejlhede P. & Aarestrup K. 2006. Annual movement of adult pike (*Esox lucius* L.) in a lowland river. *Ecology of Freshwater Fish* 15: 191–199.
- Kuningas S., Veneranta L., Ojanen H. & Kallasvuori M. 2019. Ihmistoiminnan vaikutukset rannikon kalojen lisääntymisalueisiin ja mahdollisuudet kunnostuksiin. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 27.
- Kärnä O.-M. 2014. Iskmosundenin luonnontaloudellinen esiselvitys ja kunnostussuunnitelma. UPI. Saatavilla (7.7.2019): http://www.iskmosunden.fi/wp-content/uploads/2014/09/upi-rapotti2014_fin2.pdf
- Kärnä O.-M. 2011. Pienvesien tila ja kunnostustarve Mustasaaren ja Vöyrin rannikkoalueilla.
- Ljunggren L., Ljunggren L., Sandstrom A., Bergstrom U., Mattila J., Lappalainen A., Johansson G., Sundblad G., Casini M., Kaljuste O. & Eriksson B. 2010. Recruitment failure of coastal predatory

- fish in the Baltic Sea coincident with an offshore ecosystem regime shift. *ICES Journal of Marine Science* 67: 1587–1595.
- Malax fiskargille r.f. Restaurering av Fiskvandringsleder i Malax. Saatavilla (7.7.2019): http://www.malaxfiskargille.byar.fi/contentlibrary/B5_hafte.pdf
- McCarraher, D. B., & Thomas, R. E. (1972). Ecological significance of vegetation to northern pike, *Esox lucius*, spawning. *Transactions of the American Fisheries Society*, 101(3), 560-563.
- Menshutkin, V. V., Zhakov, L. A. and Umnov, A. A., 1968. Issledovanie prichin smertnosti molodi okunya metodom modelirovaniya. *Vop. Ikhtiol.*, 8, 881–891.
- Mingelbier M., Brodeur P. & Morin J. 2008. Spatially explicit model predicting the spawning habitat and early stage mortality of Northern pike (*Esox lucius*) in a large system: the St. Lawrence River between 1960 and 2000. *Hydrobiologia* 601: 55–69.
- Mooij W.M. & Tongeren O.F.R. van. 2008. Growth of 0+ Roach (*Rutilus rutilus*) in Relation to Temperature and Size in a Shallow Eutrophic Lake: Comparison of Field and Laboratory Observations. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 47: 960–967.
- Munsterhjelm R. 1997. The aquatic macrophyte vegetation of flads and gloes, S coast of Finland. *Oceanographic Literature Review* 12: 1527–1528.
- Nurminen L., Pekcan-Hekim Z. & Horppila J. 2010. Feeding efficiency of planktivorous perch *Perca fluviatilis* and roach *Rutilus rutilus* in varying turbidity: An individual-based approach. *Journal of Fish Biology* 76: 1848–1855.
- Overton J.L., Bayley M., Paulsen H. & Wang T. 2008. Salinity tolerance of cultured Eurasian perch, *Perca fluviatilis* L.: Effects on growth and on survival as a function of temperature. *Aquaculture* 277: 282–286.
- Persson K.J., Stenroth P. & Legrand C. 2011. Effects of the filamentous cyanobacterium *Nodularia* on fitness and feeding behavior of young-of-the-year (YOY) Eurasian perch (*Perca fluviatilis*). *Toxicon* 57: 1033–1040.
- Post J.R. & Evans D.O. 1989. Size-dependent overwinter mortality of young-of-the-year yellow perch (*Perca flavescens*): laboratory, in situ enclosure, and field experiments. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 46: 1958–1968.
- Rahel F.J. 2010. Population differences in acid tolerance between yellow perch, *Perca flavescens*, from naturally acidic and alkaline lakes. *Canadian Journal of Zoology* 61: 147–152.
- Rohtla M., Vetemaa M., Urtson K. & Soesoo A. 2012. Early life migration patterns of Baltic Sea pike *Esox lucius*. *Journal of Fish Biology* 80: 886–893.
- Rosentau, A., Harff, J., Oja, T. & Meyer, M. 2012. Postglacial rebound and relative sea level changes in the Baltic Sea since the Litorina transgression. *Baltica* 25, 113–120.
- Saat T. & Veersalu A. 1996. The rate of early development in perch *Perca fluviatilis* L. and ruffe *Gymnocephalus cernuus* (L.) at different temperatures. In: *Annales Zoologici Fennici*, ss. 693–698.
- Sandström O., Abrahamsson I., Andersson J. & Vetemaa M. 1997. Temperature effects on spawning and egg development in Eurasian perch. *Journal of Fish Biology* 51: 1015–1024.
- Saulamo K., & Neuman E. (2002). Local management of Baltic fish stocks—significance of migrations. *Fiskeriverket informerar*, 9, 1–18.
- Scheinin M. & Mattila J. 2010. The structure and dynamics of zooplankton communities in shallow bays in the northern Baltic Sea during a single growing season. *Boreal Environment Research* 15: 397–412.
- Snickars M., Sundblad G., Sandström A., Ljunggren L., Bergström U., Johansson G. & Mattila J. 2009. Habitat selectivity of substrate-spawning fish: Modelling requirements for the Eurasian perch *Perca fluviatilis*. *Marine Ecology Progress Series* 398: 235–243.
- Sundblad G. & Bergström U. 2014. Shoreline development and degradation of coastal fish reproduction habitats. *Ambio* 43: 1020–1028.
- Sutela T., Vuori K. & Louhi P. 2012. Happamien sulfaattimaiden aiheuttamat vesistövaikutukset ja kalakuolemat Suomessa Happamien sulfaattimaiden aiheuttamat vesistövaikutukset ja kalakuolemat Suomessa.

- Sveriges sportfiske- och fiskevårdsförbund. 2017. Fiskevård för abborre. Åtgärder i sötvatten för mer abborre på kusten.
- Swift D.R. 1965. Effect of temperature on mortality and rate of development of the eggs of the pike (*Esox lucius* L.) and the perch (*Perca fluviatilis* L.). *Nature* 206: 528.
- Telesh I. V. & Khlebovich V. V. 2010. Principal processes within the estuarine salinity gradient: A review. *Marine Pollution Bulletin* 61: 149–155.
- Ulvi T. & Lakso E. 2015. Järvien kunnostus. Helsinki: Suomen ympäristökeskus.
- Urho L. 1996. Habitat shifts of perch larvae as survival strategy. *Annales Zoologici Fennici* 33: 329–340.
- Urho L., Hildén M. & Hudd R. 1990. Fish reproduction and the impact of acidification in the Kyrönjoki River estuary in the Baltic Sea. *Environmental Biology of Fishes* 27: 273–283.
- Vuorinen M., Vuorinen P.J., Hoikka J. & Peuranen S. 1993. Lethal and sublethal threshold values of aluminium and acidity to pike (*Esox lucius*), whitefish (*Coregonus lavaretus pallasii*), pike perch (*Stizostedion lucioperca*) and roach (*Rutilus rutilus*) yolk-sac fry. *Science of the Total Environment* 134: 953–967.
- Wang N. & Eckmann R. 1994. Effects of temperature and food density on egg development, larval survival and growth of perch (*Perca fluviatilis* L.). *Aquaculture* 122: 323–333.
- Wikström J. 2004. En analys av restaureringar av småvattendrag i Österbottens kustland 1970–2000. Examensarbete i Naturgeografi D, 20 poäng. Umeå Universitet. (ruotsiksi)
- Wistbacka R. & Snickars M. 2000. Rannikon pienvedet kalojen kutupaikkoina Pohjanmaalla 1997–1998. Kala- ja riistahallinnon julkaisuja.



Luonnonvarakeskus
Latokartanonkaari 9
00790 Helsinki
puh. 029 532 6000